



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

Trabajo Fin de Máster
CURSO 2017/18

*BUQUE ATUNERO AL CERCO CONGELADOR DE
2.950 M³ DE CAPACIDAD DE CUBAS*

Máster en Ingeniería Naval y Oceánica

ALUMNA/O

Miguel Ángel Castro Gómez

TUTORAS/ES

Marcos Míguez González

FECHA

OCTUBRE 2017

1 TÍTULO Y RESUMEN:

Título: Buque atunero al cerco congelador de 2.950 m³ de capacidad de cubas.

El presente proyecto va a abordar el desarrollo de los distintos cuadernos que configuran el diseño general de un buque atunero al cerco congelador. Las características más significativas del atunero que se va a desarrollar son su capacidad de cubas (2.950 m³), su autonomía (30 días), su velocidad de servicio (17 nudos) y su propulsión (mediante motor diesel convencional).

Los cuadernos recogerán respectivamente los siguientes aspectos: elección de alternativas en cuanto a las dimensiones del buque y selección de las dimensiones en función de una cifra de mérito, cálculo de pesos y centros de gravedad, diseño de formas, cálculos de arquitectura naval, determinación de las situaciones de carga, predicción de potencia y diseño de propulsores, disposición general, cálculo de la cuaderna maestra, determinación del francobordo y arqueo, definición de la planta propulsora, de la planta eléctrica, de los distintos equipos y servicios y estudio de la viabilidad económica.

Título: Buque atuneiro ó cerco conxelador de 2.950 m³ de capacidade de cubas.

O presente proxecto vai a abordar o desenvolvemento dos distintos cadernos que conforman o deseño xeral dun buque atuneiro ó cerco conxelador. As características máis significativas do atuneiro que se desenvolverá son a súa capacidade de cubas (2950 m³), a súa autonomía (30 días), a súa velocidade de servizo (17 nudos) e a súa propulsión (motor diésel convencional).

Os cadernos recollerán respectivamente os seguintes aspectos: elección de alternativas en canto ás dimensións do buque e selección das dimensións en función dunha cifra de mérito, cálculo de pesos e centros de gravidade, deseño de formas, cálculos de arquitectura naval, determinación das situación de carga, predición de potencia e deseño de propulsores, disposición xeral, cálculo da caderna mestra, determinación do francobordo e o arqueo, definición da planta propulsora, da planta eléctrica, dos distintos equipos e servizos e estudo da viabilidade económica.

Title: 2.950 m³ capacity tuna purse seiner.

This project will address the development of the different notebooks that compose the general design of a tuna purse seiner. The most significant characteristics of tuna vessel are: capacity (2.950 m³), autonomy (30 days), speed of service (17 knots) and the propulsion (conventional diesel engine).

The notebooks will cover the following aspects: choice of alternatives as to vessel size and selection of dimensions according to a figure of merit, weight calculation and centers of gravity, shapes design, calculation of naval architecture, determination of loading situations, power prediction and propeller design, general layout, calculation of the midship section, determination of freeboard and tonnage, definition of the propeller floor, of the electric floor, of the different equipment and services and study of economic viability.



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

**TRABAJO FIN DE MÁSTER
CURSO 2017/18**

*BUQUE ATUNERO AL CERCO CONGELADOR DE
2.950 M³ DE CAPACIDAD DE CUBAS*

Máster en Ingeniería Naval y Oceánica

Documento

**CUADERNO 1: ELECCIÓN DE LA CIFRA DE MÉRITO Y
DEFINICIÓN DE ALTERNATIVAS. SELECCIÓN DE LA MÁS
FAVORABLE.**

2 ÍNDICE

1 TÍTULO Y RESUMEN:	2
2 ÍNDICE	4
3 INTRODUCCIÓN:	7
4 BASE DE DATOS:	8
5 DIMENSIONAMIENTO:.....	11
5.1 Determinación de la eslora entre perpendiculares (Lpp):	11
5.1.1 En función del volumen de cubas (Vcubas):	11
5.1.2 En función del número de Froude (Fn):	12
5.1.3 Resultado final:	12
5.2 Determinación de la manga (B):.....	13
5.2.1 En función del volumen de cubas (Vcubas):	13
5.2.2 En función de la eslora entre perpendiculares (Lpp):	14
5.2.3 Resultado final:	15
5.3 Determinación de la eslora total (Lt):	15
5.3.1 En función del volumen de cubas (Vcubas):	15
5.3.2 En función de la eslora entre perpendiculares (Lpp):	16
5.3.3 Resultado final:	17
5.4 Determinación del puntal a la cubierta principal (Dprinc):.....	17
5.4.1 En función del volumen de cubas (Vcubas):	17
5.4.2 En función de la eslora entre perpendiculares (Lpp):	18
5.4.3 En función de la manga (B):	19
5.4.4 Resultado final:	19
5.5 Determinación del puntal a la cubierta superior (Dsup):.....	20
5.5.1 En función del volumen de cubas (Vcubas):	20
5.5.2 En función de la eslora entre perpendiculares (Lpp):	20
5.5.3 En función de la manga (B):	21
5.5.4 En función de la eslora entre perpendiculares y la diferencia de puntales (Dsup – Dprinc):	22
5.5.5 Resultado final:	22
5.6 Determinación del calado medio (Tm):.....	23
5.6.1 En función de la eslora entre perpendiculares (Lpp):	23
5.6.2 En función de la manga (B):	24
5.6.3 En función del puntal a la cubierta principal (Dprinc):	24
5.6.4 Resultado final:	25
5.7 Determinación del número de cubas en función del volumen de cubas:	25

6 RESUMEN RESULTADOS:	26
7 ESTUDIO DE ALTERNATIVAS:.....	28
7.1 Introducción:	28
7.2 Generación de alternativas:	28
7.3 Comprobación de la validez de las distintas alternativas:.....	39
7.4 Determinación de la cifra de mérito:.....	48
7.4.1 Coeficiente de coste de la estructura (cs):	49
7.4.2 Coeficiente de coste de la maquinaria (cq):	49
7.4.3 Coeficiente de coste del equipo restante (cr):	49
7.4.4 Incremento del peso de la estructura (dPS):	49
7.4.5 Incremento de potencia (d _{BKW}):	50
7.4.6 Incremento de peso de los equipos restantes (d _{PER}):	51
7.4.7 Cálculos:.....	51
7.5 Elección de la alternativa:	51
7.5.1 Determinación final de las dimensiones y coeficientes de A. Naval:	51
7.5.2 Comprobación de la capacidad de carga:	53
7.5.3 Cálculo aproximado de la potencia necesaria:	54
8 ESTIMACIÓN DE PESOS:.....	55
8.1 Peso en rosca (PR):.....	55
8.1.1 Peso del acero (PS):.....	55
8.1.2 Peso de la maquinaria (PMAQ):	55
8.1.3 Peso del equipo restante y habilitación (PER):	55
8.1.4 Resultado final del Peso en rosca (PR):	55
8.2 Peso muerto (PM):.....	55
8.2.1 Carga útil (CU):.....	55
8.2.2 Peso de la tripulación (P _{TRIPULACIÓN}):.....	56
8.2.3 Peso de pertrechos (P _{PERTRECHOS}):	56
8.2.4 Consumos (P _{CONSUMOS}):	56
8.2.5 Resultado final del Peso muerto (PM):.....	57
8.3 Desplazamiento (Δ):	57
9 CÁLCULO PRELIMINAR DEL FRANCOBORDO:.....	59
10 RESUMEN DIMENSIONES FINALES:	60
11 ANEXOS:	61
11.1 Anexo I: Disposición general preliminar.	61
11.2 Anexo II: Referencias.....	62
11.3 Anexo III: Cálculo del francobordo.	63



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

Escola Politécnica Superior

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA

TRABAJO FIN DE MÁSTER EN INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA

CURSO 2.017-2018

PROYECTO NÚMERO 18-04

TIPO DE BUQUE: BUQUE ATUNERO AL CERCO CONGELADOR.

CLASIFICACIÓN, COTA Y REGLAMENTOS DE APLICACIÓN: BUREAU VERITAS, TORREMOLINOS, MARPOL.

CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA: 2.950 m³ de capacidad de cubas de carga de pescado.

VELOCIDAD Y AUTONOMÍA: Velocidad de servicio, 17 nudos al 85% MCR y 15% margen de mar. 30 días de autonomía, 14.000 millas.

SISTEMAS Y EQUIPOS DE CARGA / DESCARGA: las habituales en este tipo de buque.

PROPULSIÓN: Motor diesel con reductora.

TRIPULACIÓN Y PASAJE: 32 personas.

OTROS EQUIPOS E INSTALACIONES: hélices en proa. Los habituales en este tipo de buques.

Ferrol, Octubre de 2017

ALUMNO: D. MIGUEL ÁNGEL CASTRO GÓMEZ.

3 INTRODUCCIÓN:

El buque correspondiente al proyecto 18-04 es un atunero al cerco congelador. En el presente cuaderno se pretende hacer un dimensionamiento preliminar de dicho buque.

Al ser los pesqueros buques de volumen, el dimensionamiento se realizará partiendo del volumen de cubas dado en la especificación, es decir 2.950 m^3 .

La habilitación del buque se diseñará para alojar a 32 personas.

La propulsión se efectuará mediante un motor diesel acoplado a una reductora. Con el motor seleccionado, el buque debe de alcanzar una velocidad de servicio de 17 nudos, con 85% de MCR más un 15% de margen de mar. La autonomía del atunero será de 14.000 millas (30 días).

Definidas estas características (presentes también en la hoja de especificación que aparece al inicio de este cuaderno) se realizará el dimensionamiento preliminar de la embarcación mediante un estudio comparativo entre distintos buques de características similares al de este proyecto. Para ello se seguirán los siguientes pasos:

- 1) Creación de una base de datos de buques similares al de nuestro proyecto. Se han incluido en la base de datos atuneros cuyo volumen total de cubas estuviera próximo al definido en la especificación de nuestro barco (2.950 m^3). Se escogieron buques de entre 2.240 m^3 y 3.390 m^3 de cubas, lo que supone un margen de un 25%.
- 2) Realización de una serie de diagramas de dispersión con los datos de los buques de referencia recogidos en las tablas.
- 3) Obtención de las fórmulas de las rectas de regresión para las distintas dimensiones.
- 4) Cálculo de las características principales del buque a través de las fórmulas extraídas, realizando la media de los valores obtenidos a través de los cálculos de varias funciones diferentes.

4 BASE DE DATOS:

Se presentan a continuación dos tablas que recogen las características de buques similares al del proyecto, a partir de las cuales se realizará el cálculo de las características principales de este. Se han incluido en la base de datos aquellos barcos cuyo año de construcción fuera más reciente. Las características y dimensiones de los barcos se han tomado de revistas y páginas web especializadas.

TABLA 1:

Nº	Buque	Lt (m)	Lpp (m)	B (m)	Dprinc (m)	Dsup (m)	Tm (m)
1	Intertuna tres	115,00	100,60	16,60	7,50	10,30	6,80
2	Albacora Uno	105,00	91,00	16,20	7,30	9,70	6,84
3	Doniene	109,30	94,00	16,50	7,50	10,00	6,90
4	Vía Gwalarn	107,50	94,50	16,60	7,50	10,10	6,80
5	Panamá Tuna	116,00	100,60	16,60	7,50	10,30	6,80
6	Montelucía	91,90	79,22	15,20	7,10	9,80	6,50
7	Artza	112,00	94,00	16,50	7,50	10,30	6,90
8	Izurdia	106,50	91,50	16,00	7,70	10,40	7,20
9	Txori Argi	106,50	93,50	16,00	7,70	10,40	7,20
10	Albatún tres	115,00	100,60	16,60	7,50	10,30	6,80
11	Parsian Shila	95,70	80,20	15,20	7,15	9,30	6,70
12	Alakrana	104,30	89,00	15,40	7,70	10,10	6,90
13	Draco	95,70	82,70	15,20	7,15	9,95	6,70
14	Txori Gorri	95,80	82,30	14,70	6,80	9,30	6,80
*	Vía Libeccio	107,50	94,50	16,60	7,50	10,10	6,80
*	Txori Toki	106,50	91,50	16,00	7,70	10,40	7,20
*	Albatún dos	115,00	100,60	16,60	7,50	10,30	6,80
*	Itsas Txori	95,80	82,30	14,70	7,15	9,30	6,47

Nº	Buque	V cubas (m3)	Nº cubas	Gt's	BHP	Vs (kn)	Tripulación
1	Intertuna tres	3.264,00	26	4.428,00	6.300,00	17,00	31
2	Albacora Uno	2.835,00	24	3.584,00	6.000,00	17,00	28
3	Doniene	3.390,00	26	3.674,00	6.004,40	18,50	27
4	Vía Gwalarn	2.925,00	20	3.886,00	6.200,00	19,00	44
5	Panamá Tuna	3.250,00	26	4.480,00	5.850,00	17,00	31
6	Montelucía	2.550,00	22	3.450,00	6.690,00	18,00	29
7	Artza	2.930,00	24	3.450,00	6.004,40	17,70	29
8	Izurdia	2.990,00	26	4.089,00	5.664,00	18,80	32
9	Txori Argi	2.950,00	26	4.134,00	5.854,00	18,80	29
10	Albatún tres	3.250,00	26	4.480,00	6.696,00	17,00	31
11	Parsian Shila	2.590,00	22	3.296,00	6.000,00	18,50	30
12	Alakrana	2.680,00	26	3.719,00	6.164,88	19,10	31
13	Draco	2.550,00	22	3.719,00	6.000,00	18,00	30
14	Txori Gorri	2.240,00	22	2.950,00	4.804,00	18,00	30
*	Vía Libeccio	2.925,00	20	3.886,00	6.200,00	19,00	44
*	Txori Toki	2.900,00	26	4.115,00	5.854,00	19,10	28
*	Albatún dos	3.250,00	26	4.406,00	5.736,00	18,00	31
*	Itsas Txori	2.240,00	22	2.951,00	5.513,00	18,00	30

Aclaraciones para una correcta comprensión de la tabla:

- El buque Vía Gwalarn dispone de cubas y bodegas de congelación. Se ha considerado $V_{cubas} = V_t$.

- Los buques marcados con * son gemelos de otros anteriores. Para no distorsionar los datos que obtendremos en las gráficas de dispersión, a partir de las cuales calcularemos las dimensiones de nuestro buque, estos no se tendrán en cuenta.

- Abreviaturas utilizadas:

Lt: Eslora total en metros.

Lpp: Eslora entre perpendiculares en metros.

B: Manga en metros.

Dprinc: Puntal a la cubierta principal en metros.

Dsup: Puntal a la cubierta superior en metros.

Tm: Calado en metros.

Vcubas: Volumen de cubas en metros cúbicos.

Gt's: Toneladas de registro.

BHP: Potencia en HP.

Vs: Velocidad de servicio en nudos.

TABLA 2:

Nº	Buque	Lpp/B	B/Dprinc	Dprinc/Tm	Lpp/Dprinc	B/Tm	Lpp/Tm	Lpp ³ (m ³)
1	Intertuna tres	6,060	2,213	1,103	13,413	2,441	14,794	1.018.108,216
2	Albacora Uno	5,617	2,219	1,067	12,466	2,368	13,304	753.571,000
3	Doniene	5,697	2,200	1,087	12,533	2,391	13,623	830.584,000
4	Vía Gwalarn	5,693	2,213	1,103	12,600	2,441	13,897	843.908,625
5	Panamá Tuna	6,060	2,213	1,103	13,413	2,441	14,794	1.018.108,216
6	Montelucía	5,212	2,141	1,092	11,158	2,338	12,188	497.169,541
7	Artza	5,697	2,200	1,087	12,533	2,391	13,623	830.584,000
8	Izurdia	5,719	2,078	1,069	11,883	2,222	12,708	766.060,875
9	Txori Argi	5,844	2,078	1,069	12,143	2,222	12,986	817.400,375
10	Albatún tres	6,060	2,213	1,103	13,413	2,441	14,794	1.018.108,216
11	Parsian Shila	5,276	2,126	1,067	11,217	2,269	11,970	515.849,608
12	Alakrana	5,779	2,000	1,116	11,558	2,232	12,899	704.969,000
13	Draco	5,441	2,126	1,067	11,566	2,269	12,343	565.609,283
14	Txori Gorri	5,599	2,162	1,000	12,103	2,162	12,103	557.441,767

Nº	Buque	Lt ³ (m ³)	B ³ (m ³)	Nº cúbico (m ³)	V cubas ^{1/3} (m)	Lt-Lpp (m)	Dsup-Dprinc (m)	Fn
1	Intertuna tres	1.520.875,000	4.574,296	12.524,700	14,834	14,400	2,800	0,278
2	Albacora Uno	1.157.625,000	4.251,528	10.761,660	14,153	14,000	2,400	0,293
3	Doniene	1.305.751,357	4.492,125	11.632,500	15,022	15,300	2,500	0,313
4	Vía Gwalarn	1.242.296,875	4.574,296	11.765,250	14,301	13,000	2,600	0,321
5	Panamá Tuna	1.560.896,000	4.574,296	12.524,700	14,812	15,400	2,800	0,278
6	Montelucía	776.151,559	3.511,808	8.549,422	13,662	12,680	2,700	0,332
7	Artza	1.404.928,000	4.492,125	11.632,500	14,309	18,000	2,800	0,300
8	Izurdia	1.207.949,625	4.096,000	11.272,800	14,406	15,000	2,700	0,323
9	Txori Argi	1.207.949,625	4.096,000	11.519,200	14,342	13,000	2,700	0,319
10	Albatún tres	1.520.875,000	4.574,296	12.524,700	14,812	14,400	2,800	0,278
11	Parsian Shila	876.467,493	3.511,808	8.716,136	13,733	15,500	2,150	0,339
12	Alakrana	1.134.626,507	3.652,264	10.553,620	13,890	15,300	2,400	0,333
13	Draco	876.467,493	3.511,808	8.987,836	13,662	13,000	2,800	0,325
14	Txori Gorri	879.217,912	3.176,523	8.226,708	13,084	13,500	2,500	0,326

- Los buques Vía Libeccio, Txori Toki, Albatún dos e Itsas Txori (al ser gemelos de otros buques) no se incluyen en la tabla 2 pues no se tendrán en cuenta para la realización de los diagramas de dispersión.

- Abreviaturas utilizadas en la tabla 2:

Fn: Número de Froude.

Nºcúbico: Nºcúbico = $L_{pp} \cdot B \cdot D_{princ}$ en metros cúbicos.

TABLA 3:

Nº	Buque	Año construcción	Astillero	Sociedad de clasificación
1	Intertuna tres	1992	Astillero H.J. Barreras	Bureau Veritas
2	Albacora Uno	1996	Astillero H.J. Barreras	Bureau Veritas
3	Doniene	1996	Astillero H.J. Barreras	Bureau Veritas
4	Vía Gwalarn	1997	Astillero H.J. Barreras	Bureau Veritas
5	Panamá Tuna	1999	Astillero H.J. Barreras	Bureau Veritas
6	Montelucía	2000	Astillero H.J. Barreras	Bureau Veritas
7	Artza	2000	Astillero H.J. Barreras	Bureau Veritas
8	Izurdia	2004	Astilleros de Murueta, S.A.	Bureau Veritas
9	Txori Argi	2004	Astilleros de Murueta, S.A.	Bureau Veritas
10	Albatún tres	2005	Astillero H.J. Barreras	Bureau Veritas
11	Parsian Shila	2006	Astilleros Armón Vigo, S.A.	Bureau Veritas
12	Alakrana	2006	Astilleros de Murueta, S.A.	Bureau Veritas
13	Draco	2006	Construcciones Navales Freire	Bureau Veritas
14	Txori Gorri	2007	Astilleros de Murueta, S.A.	Bureau Veritas
*	Vía Libeccio	1996	Astillero H.J. Barreras	Bureau Veritas
*	Txori Toki	2000	Astilleros de Murueta, S.A.	Bureau Veritas
*	Albatún dos	2005	Astillero H.J. Barreras	Bureau Veritas
*	Itsas Txori	2013	Astilleros de Murueta, S.A.	Bureau Veritas

Nº	Buque	Referencias		
1	Intertuna tres	Significant Ships of 2000	www.grosstonage.com	www.hjbarreras.es
2	Albacora Uno	Significant Ships of 1996	www.grosstonage.com	www.hjbarreras.es
3	Doniene	-	www.grosstonage.com	www.hjbarreras.es
4	Vía Gwalarn	-	-	www.hjbarreras.es
5	Panamá Tuna	Publicación astillero Barreras	www.grosstonage.com	www.hjbarreras.es
6	Montelucía	Publicación astillero Barreras	www.grosstonage.com	www.hjbarreras.es
7	Artza	Publicación astillero Barreras	www.grosstonage.com	www.hjbarreras.es
8	Izurdia	-	www.grosstonage.com	www.cintranaval-defcar.com
9	Txori Argi	-	www.grosstonage.com	www.cintranaval-defcar.com
10	Albatún tres	Publicación astillero Barreras	www.grosstonage.com	www.hjbarreras.es
11	Parsian Shila	-	www.grosstonage.com	www.cintranaval-defcar.com
12	Alakrana	-	www.grosstonage.com	-
13	Draco	-	www.grosstonage.com	www.cintranaval-defcar.com
14	Txori Gorri	-	www.grosstonage.com	www.cintranaval-defcar.com
*	Vía Libeccio	Significant Ships of 1997	-	www.hjbarreras.es
*	Txori Toki	-	www.grosstonage.com	www.cintranaval-defcar.com
*	Albatún dos	Publicación astillero Barreras	www.grosstonage.com	www.hjbarreras.es
*	Itsas Txori	-	www.grosstonage.com	-

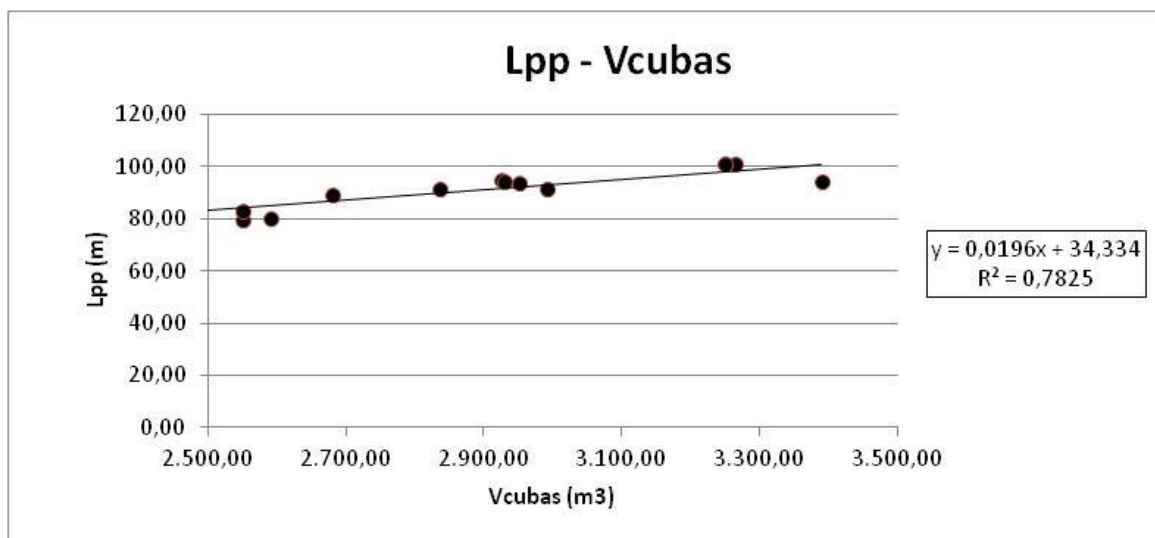
En esta última tabla recogemos datos genéricos sobre los buques de referencia: año de construcción, astillero constructor y sociedad clasificadora. También mostramos las fuentes de las que hemos obtenido estos datos, para demostrar que son fiables.

5 DIMENSIONAMIENTO:

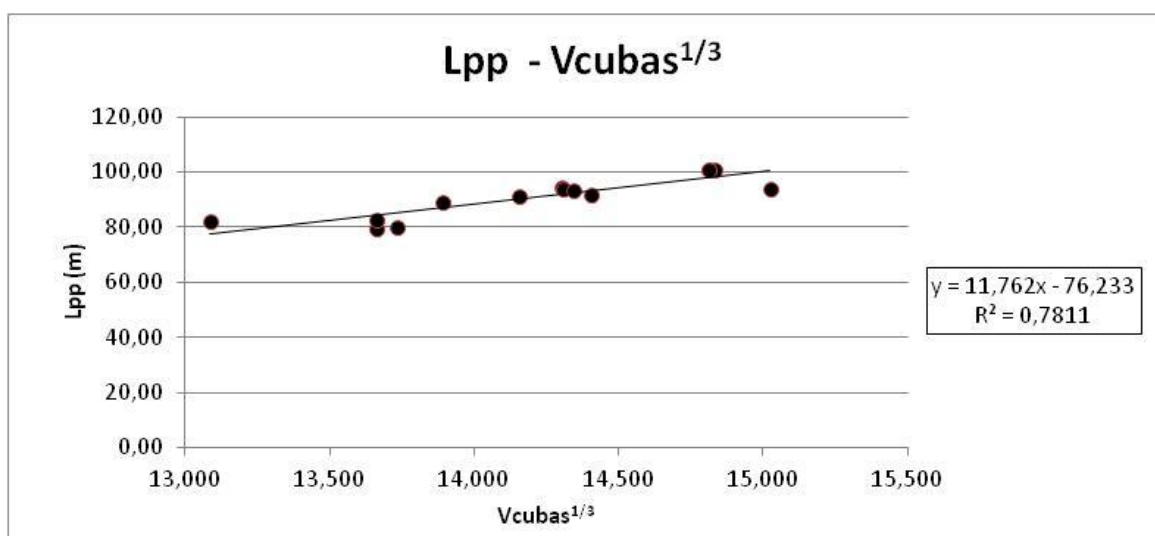
Para obtener las dimensiones principales del atunero de este proyecto se parte de las relaciones recogidas en la tabla 2. Con esas relaciones se realizan distintos diagramas de dispersión, en cada uno de los cuales se obtiene una nube de puntos a la que se puede ajustar una recta de regresión que permitirá calcular unas dimensiones preliminares. Los resultados así obtenidos serán más precisos conforme el valor de R^2 (coeficiente de dispersión) se aproxima más a uno.

5.1 Determinación de la eslora entre perpendiculares (Lpp):

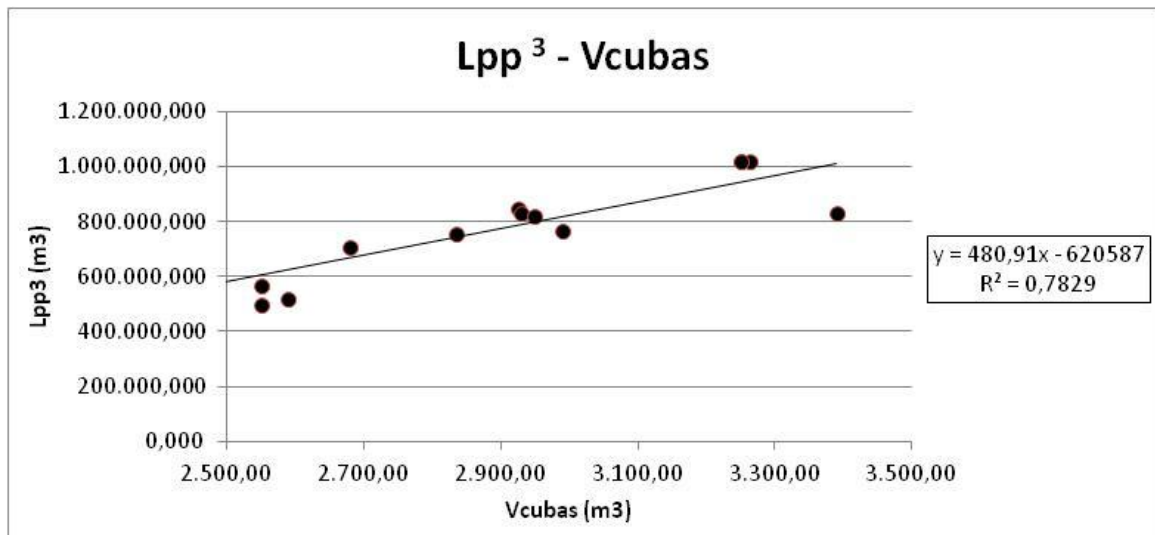
5.1.1 En función del volumen de cubas (Vcubas):



$$Lpp_1 = 0,0196 \cdot Vcubas + 34,334 \rightarrow Lpp_1 = 92,154 \text{ m}$$

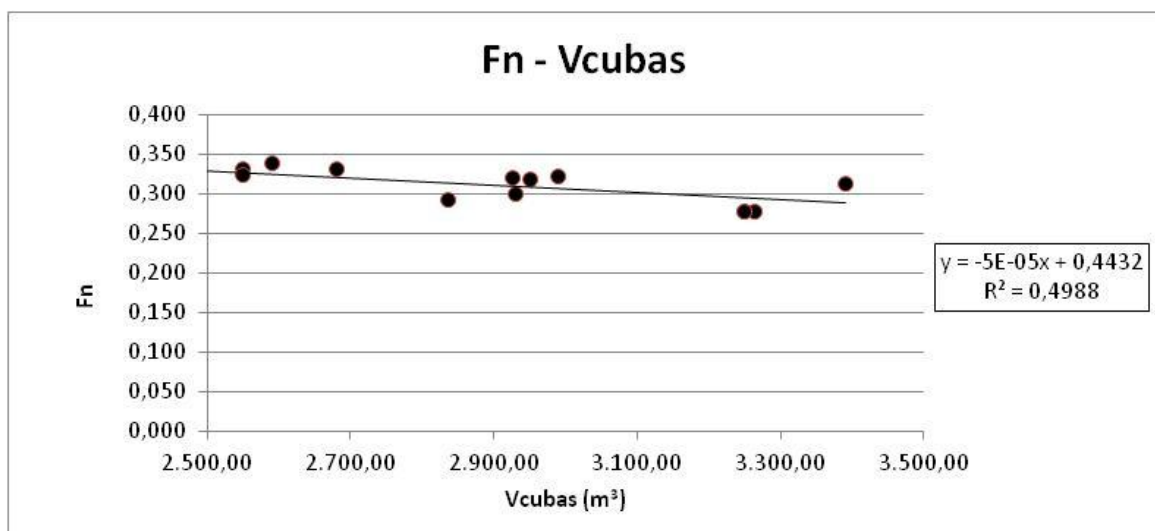


$$Lpp_2 = 11,762 \cdot Vcubas^{1/3} - 76,233 \rightarrow Lpp_2 = 92,457 \text{ m}$$



$$Lpp_3^3 = 480,91 \cdot Vcubas - 620587 = 798097.5 \text{ m}^3 \rightarrow Lpp_3 = 92,758 \text{ m}$$

5.1.2 En función del número de Froude (Fn):



$$Fn = (0,5144 \cdot Vs) / (9,81 \cdot Lpp_4)^{1/2} = -5 \cdot 10^{-5} \cdot Vcubas + 0,4432 = 0,2957$$

$$0,2957 = (0,5144 \cdot Vs) / (9,81 \cdot Lpp_4)^{1/2} \rightarrow Lpp_4 = 89,151 \text{ m}$$

Como se puede comprobar, el valor de Lpp_4 dista bastante de los otros tres valores de Lpp calculados anteriormente. Se observa además que el valor del coeficiente de dispersión en este caso es demasiado bajo (lo que nos indica que este es un valor poco fiable) por lo que el valor de Lpp_4 no se tendrá en cuenta para calcular la media.

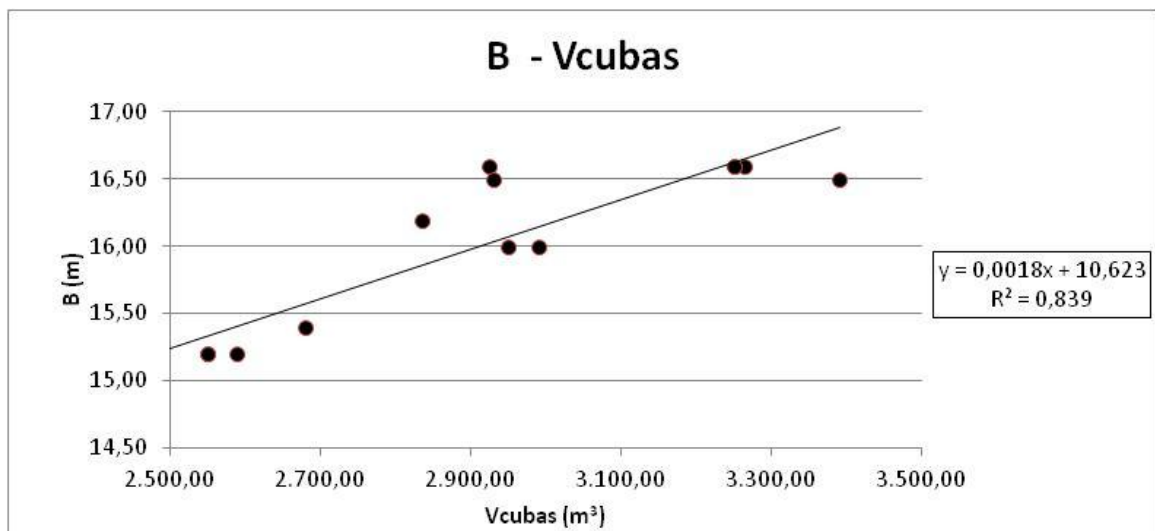
5.1.3 Resultado final:

El valor final de la eslora entre perpendiculares será la media de los tres valores obtenidos anteriormente:

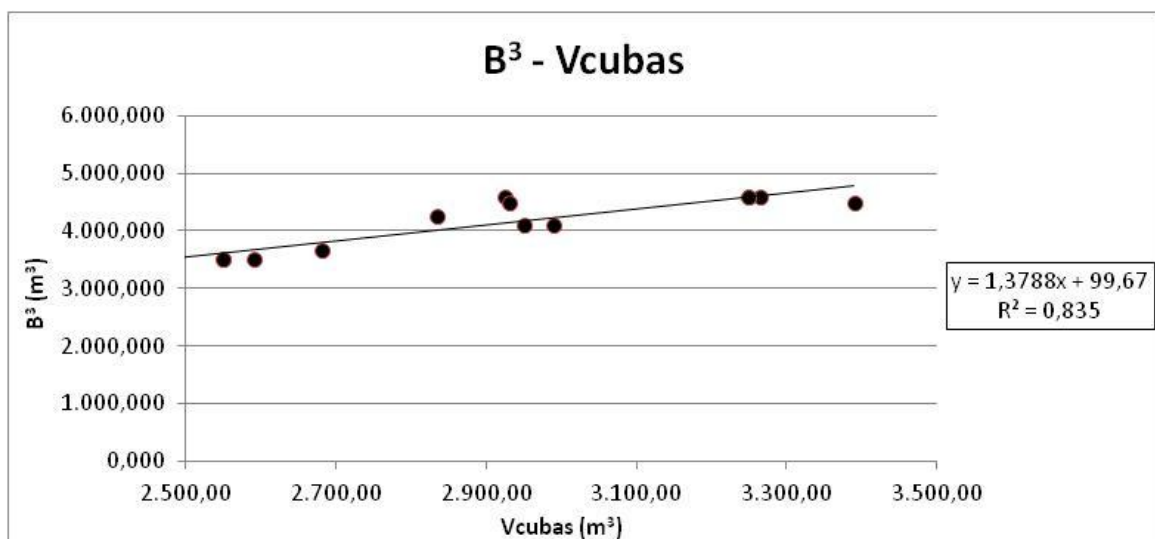
$$Lpp = (Lpp_1 + Lpp_2 + Lpp_3) / 3 = (92,154 + 92,457 + 92,758) / 3 \rightarrow Lpp = 92,456 \text{ m}$$

5.2 Determinación de la manga (B):

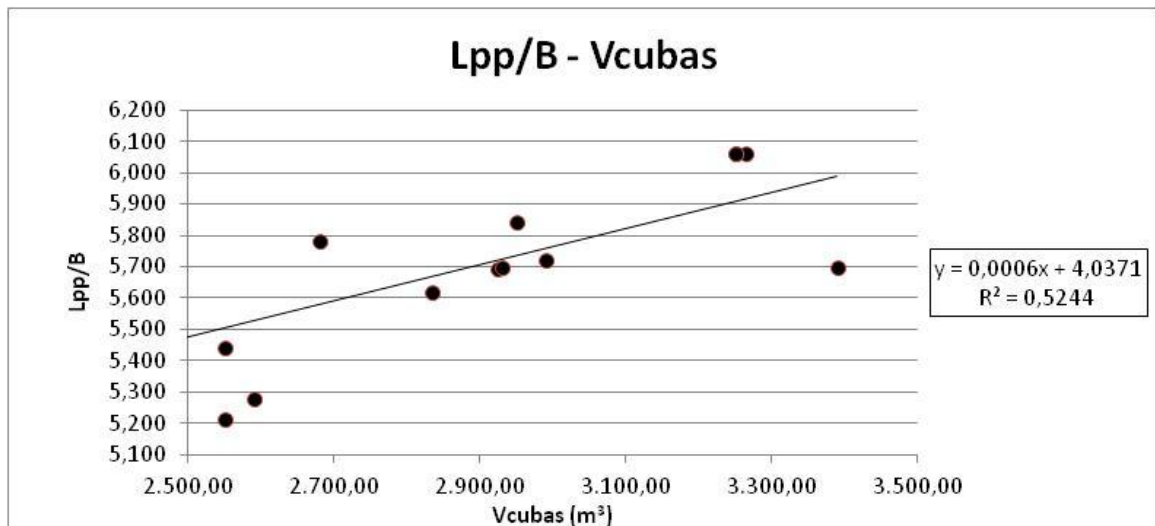
5.2.1 En función del volumen de cubas (Vcubas):



$$B_1 = 0,0018 \cdot V_{\text{cubas}} + 10,623 \rightarrow B_1 = 15,933 \text{ m}$$



$$B_2^3 = 1,3788 \cdot V_{\text{cubas}} + 99,67 \rightarrow B_2 = 16,092 \text{ m}$$

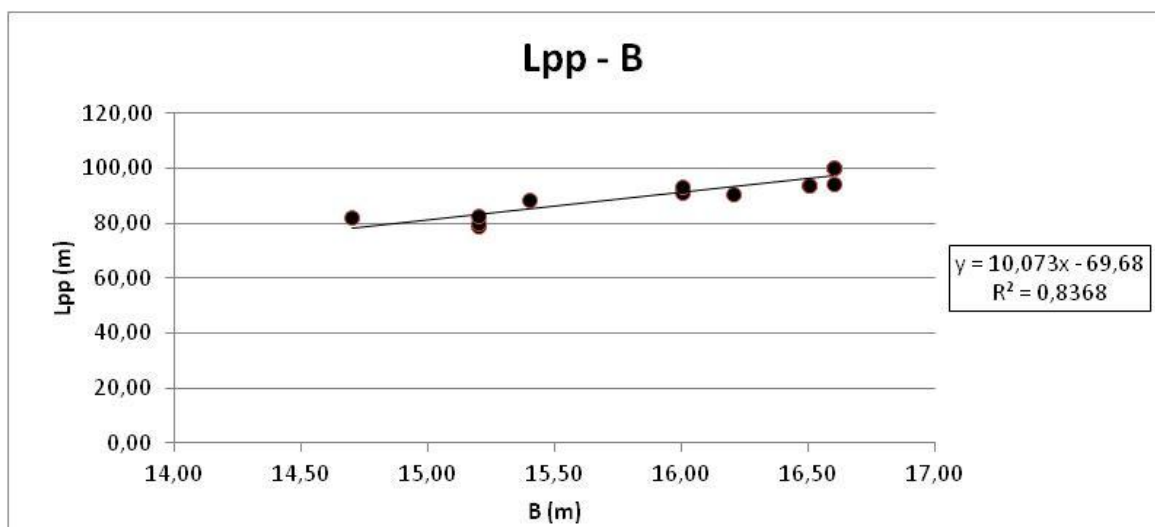


$$Lpp/B_3 = 0,0006 \cdot Vcubas + 4,0371 \rightarrow B_3 = Lpp / (0,0006 \cdot Vcubas + 4,0371)$$

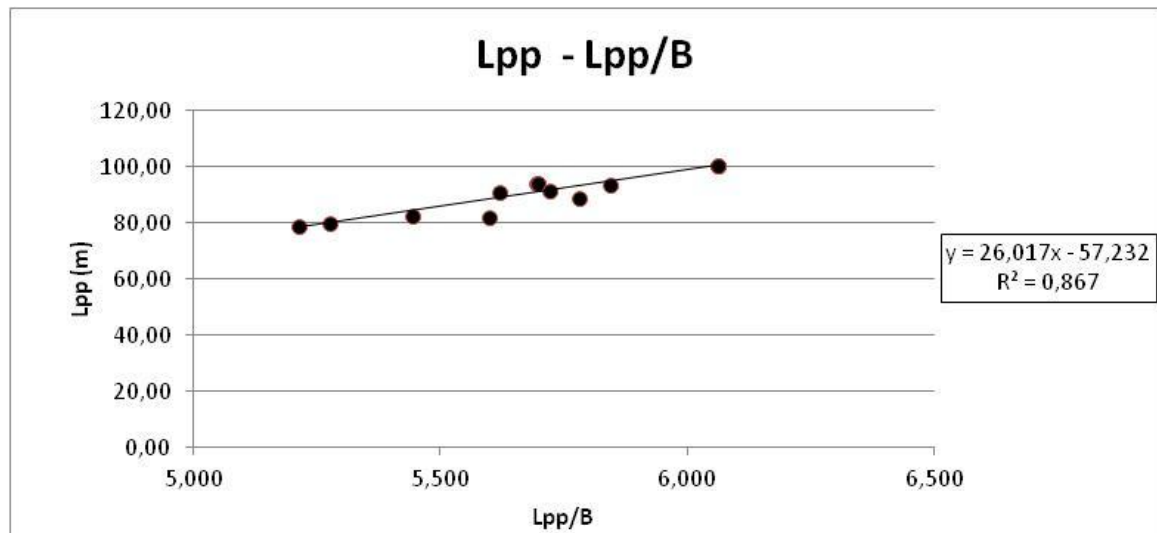
$$Lpp = 92,456 \text{ m} \rightarrow B_3 = 15,921 \text{ m}$$

Pese a que el valor del coeficiente de dispersión es bajo, dado que la manga calculada es muy similar a las restantes la tendremos en cuenta a la hora de calcular la media.

5.2.2 En función de la eslora entre perpendiculares (Lpp):



$$Lpp = 10,073 \cdot B_4 - 69,68 \text{ y } Lpp = 92,456 \text{ m} \rightarrow B_4 = 16,096 \text{ m}$$



$$Lpp = 26,071 \cdot (Lpp/B_5) - 57,232 \text{ y } Lpp = 92,456 \text{ m} \rightarrow B_5 = 16,103 \text{ m}$$

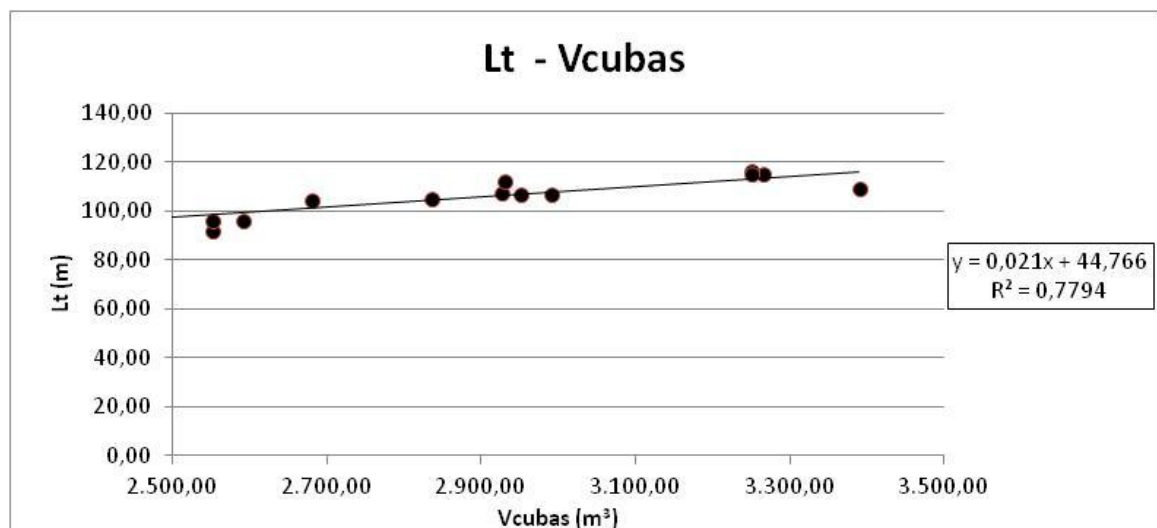
5.2.3 Resultado final:

El valor final de la manga será la media de los cinco valores obtenidos anteriormente:

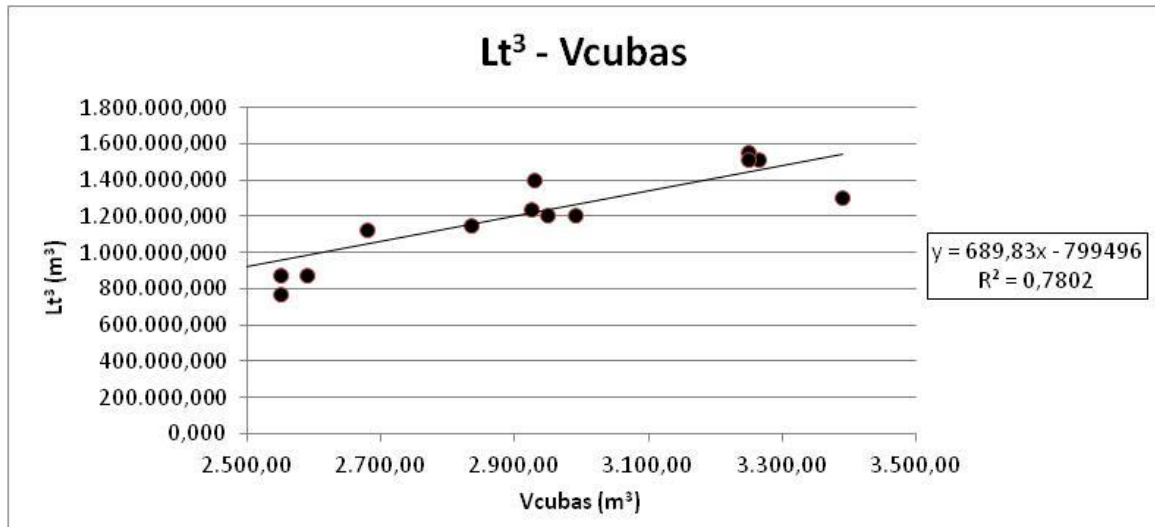
$$B = (B_1 + B_2 + B_3 + B_4 + B_5) / 5 = (15,933 + 16,092 + 15,921 + 16,096 + 16,103) / 5 \rightarrow B = 16,029 \text{ m}$$

5.3 Determinación de la eslora total (Lt):

5.3.1 En función del volumen de cubas (Vcubas):

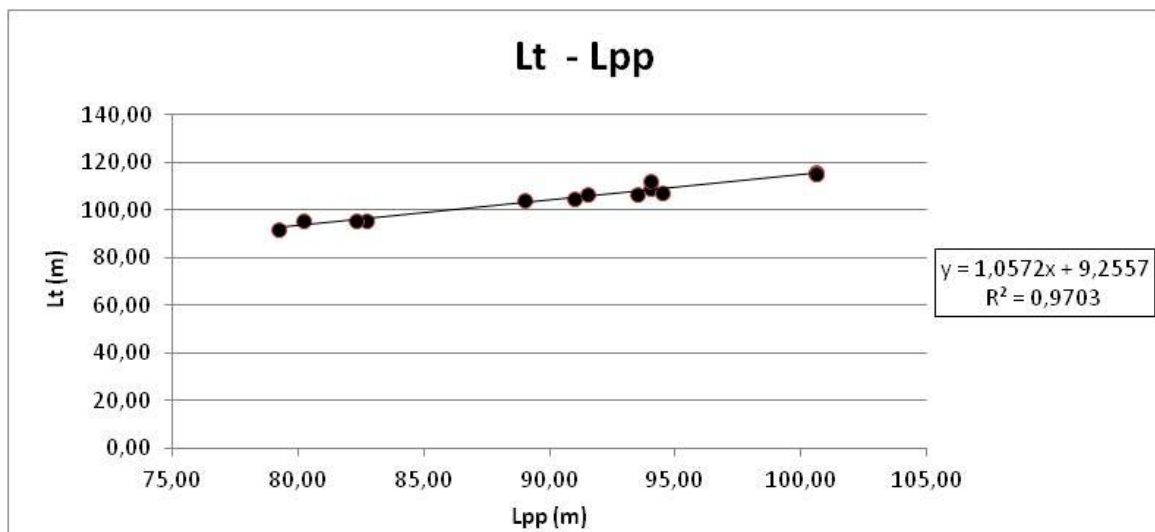


$$Lt_1 = 0,021 \cdot Vcubas + 44,766 \rightarrow Lt_1 = 106,716 \text{ m}$$

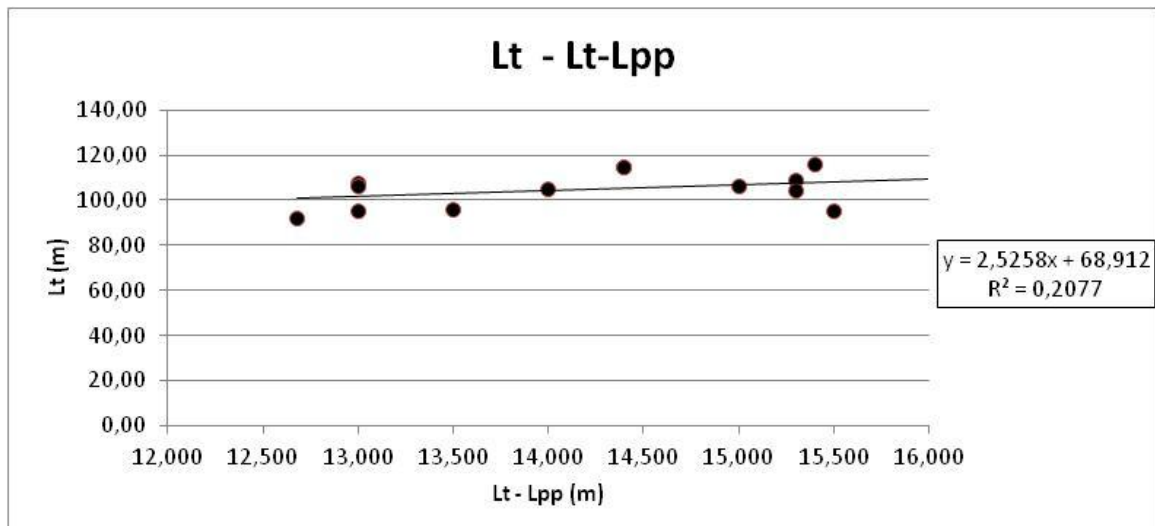


$$Lt_2^3 = 689,83 \cdot Vcubas - 799.496 \rightarrow Lt_2^3 = 1.235.502,5 \rightarrow Lt_2 = 107,303 \text{ m}$$

5.3.2 En función de la eslora entre perpendiculares (Lpp):



$$Lt_3 = 1,0572 \cdot Lpp + 9,2557 \text{ y } Lpp = 92,456 \text{ m} \rightarrow Lt_3 = 107,000 \text{ m}$$



$$Lt_4 = 2,5258 \cdot (Lt_6 - Lpp) + 68,912 \text{ y } Lpp = 92,456 \text{ m} \rightarrow \mathbf{Lt_4 = 107,887 \text{ m}}$$

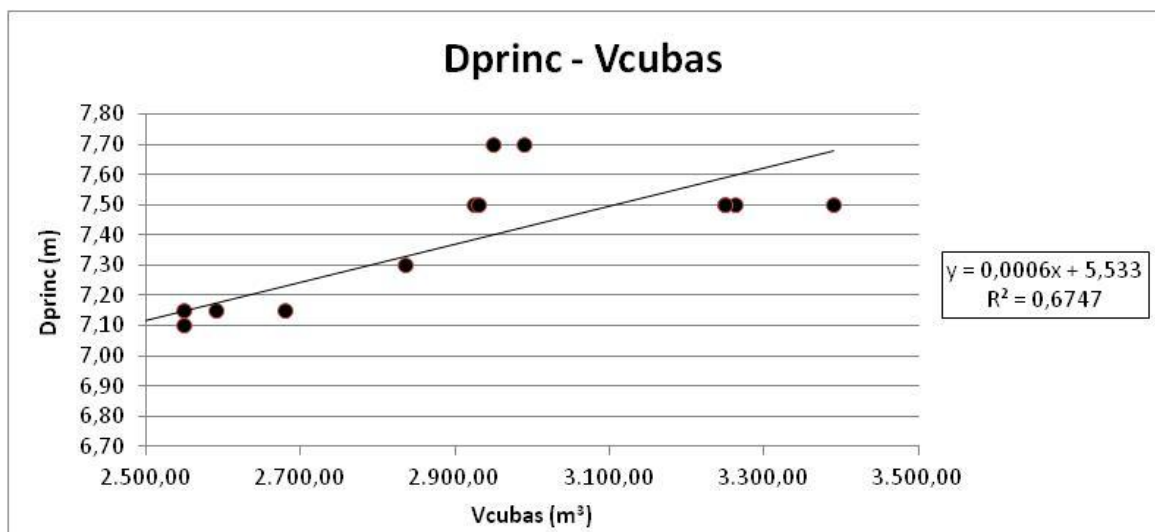
5.3.3 Resultado final:

Pese a que el coeficiente de dispersión en el caso 4 es muy pequeño (ello se debe a que la relación entre la diferencia eslora total menos eslora entre perpendiculares, con respecto a la eslora total no sigue una distribución uniforme en los buques tomados para la base de datos) dado que el valor de Lt_4 obtenido es muy similar al obtenido en los casos anteriores, se dará por válido y se tendrá en cuenta la hora de calcular el valor de Lt final. El valor final de la eslora total será por tanto la media de los cuatro valores obtenidos anteriormente:

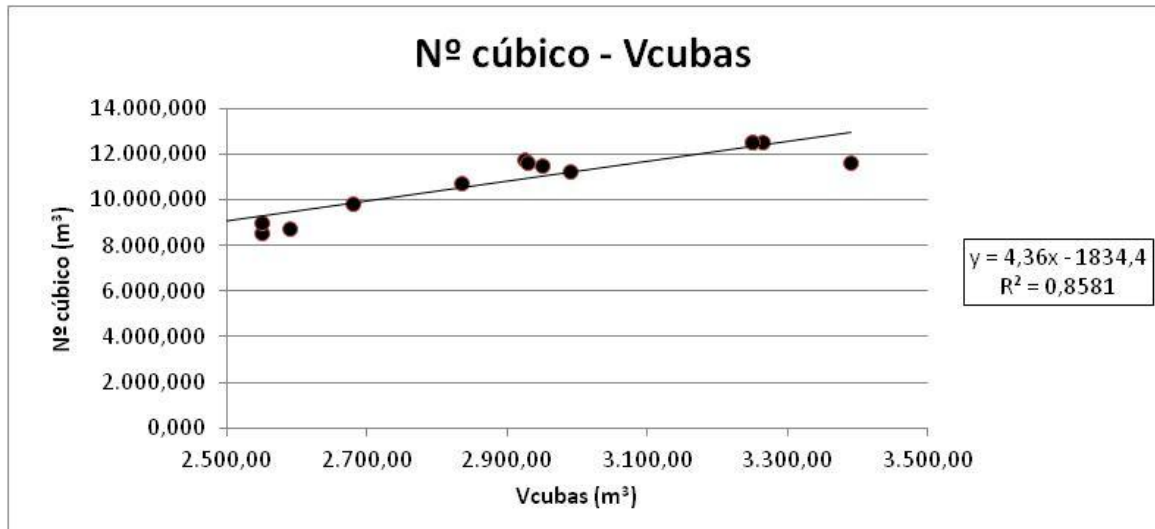
$$Lt = (Lt_1 + Lt_2 + Lt_3 + Lt_4) / 4 = (106,716 + 107,303 + 107,000 + 107,887) / 4 \rightarrow \mathbf{Lt = 107,227 \text{ m}}$$

5.4 Determinación del puntal a la cubierta principal (Dprinc):

5.4.1 En función del volumen de cubas (Vcubas):



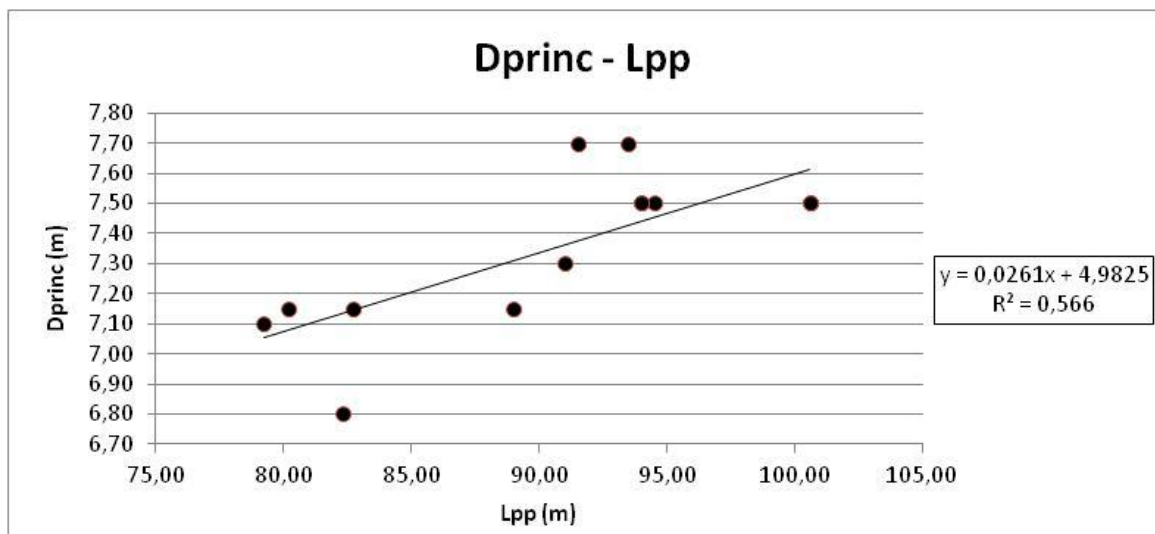
$$Dprinc_1 = 0,0006 \cdot Vcubas + 5,533 \rightarrow \mathbf{Dprinc_1 = 7,303 \text{ m}}$$



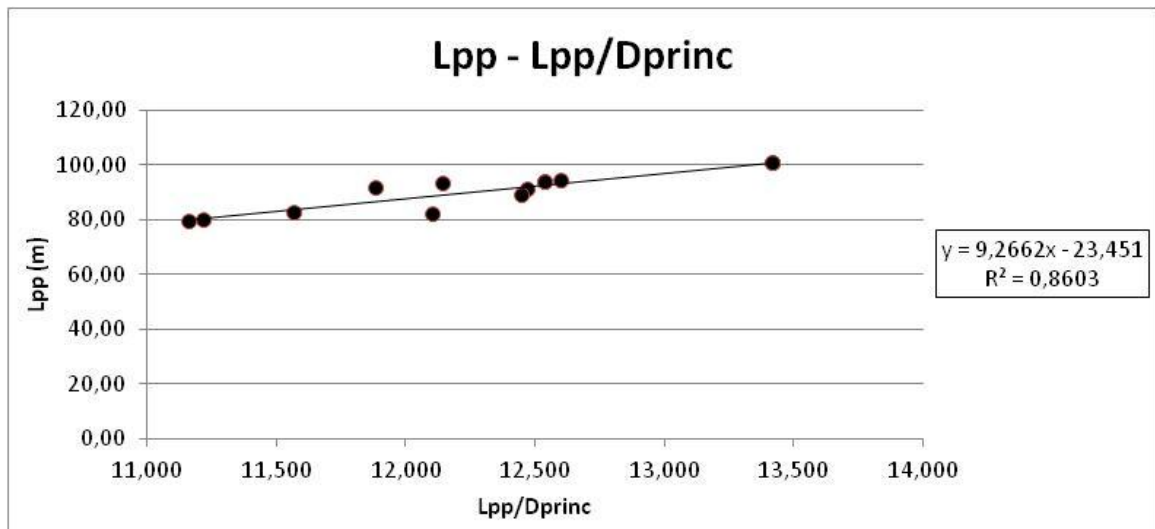
$$N^{\circ} \text{ cúbico} = 4,36 \cdot Vcubas - 1.834,4 \rightarrow N^{\circ} \text{ cúbico} = 11.027,6 \text{ m}^3$$

$$N^{\circ} \text{ cúbico} = Lpp \cdot B \cdot Dprinc_2 ; Lpp = 92,456 \text{ m y } B = 16,029 \text{ m} \rightarrow Dprinc_2 = 7,441 \text{ m}$$

5.4.2 En función de la eslora entre perpendiculares (Lpp):

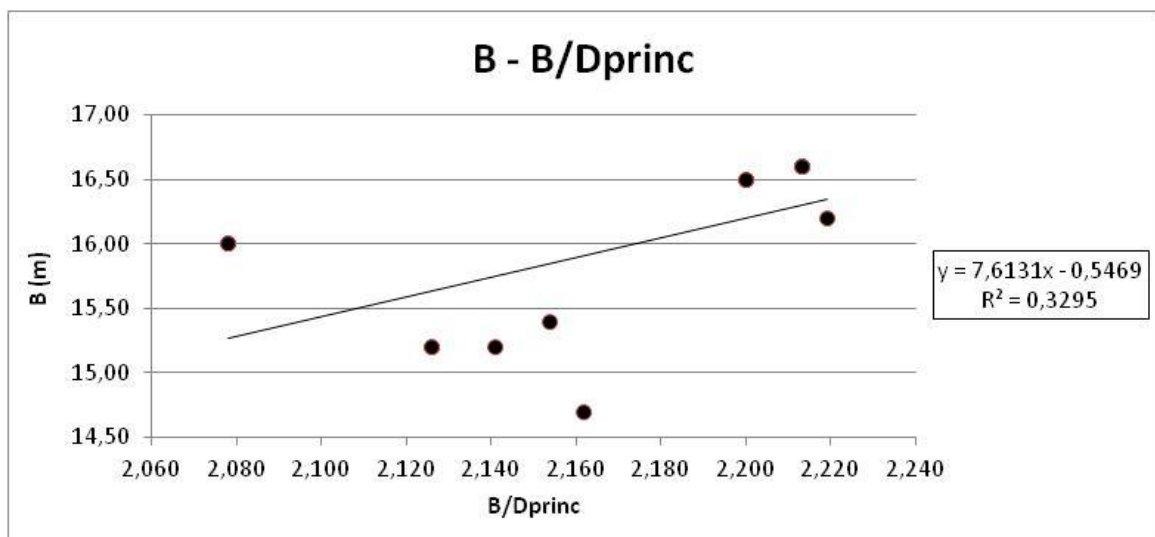


$$Dprinc_3 = 0,0261 \cdot Lpp + 4,9825 \text{ y } Lpp = 92,456 \text{ m} \rightarrow Dprinc_3 = 7,396 \text{ m}$$



$$Lpp = 9,2662 \cdot (Lpp/Dprinc_4) - 23,451 \text{ y } Lpp = 92,456 \text{ m} \rightarrow \mathbf{Dprinc_4 = 7,391 \text{ m}}$$

5.4.3 En función de la manga (B):



$$B = 7,6131 \cdot (B/Dprinc_5) - 0,5469 \text{ y } B = 16,029 \text{ m} \rightarrow \mathbf{Dprinc_5 = 7,361 \text{ m}}$$

5.4.4 Resultado final:

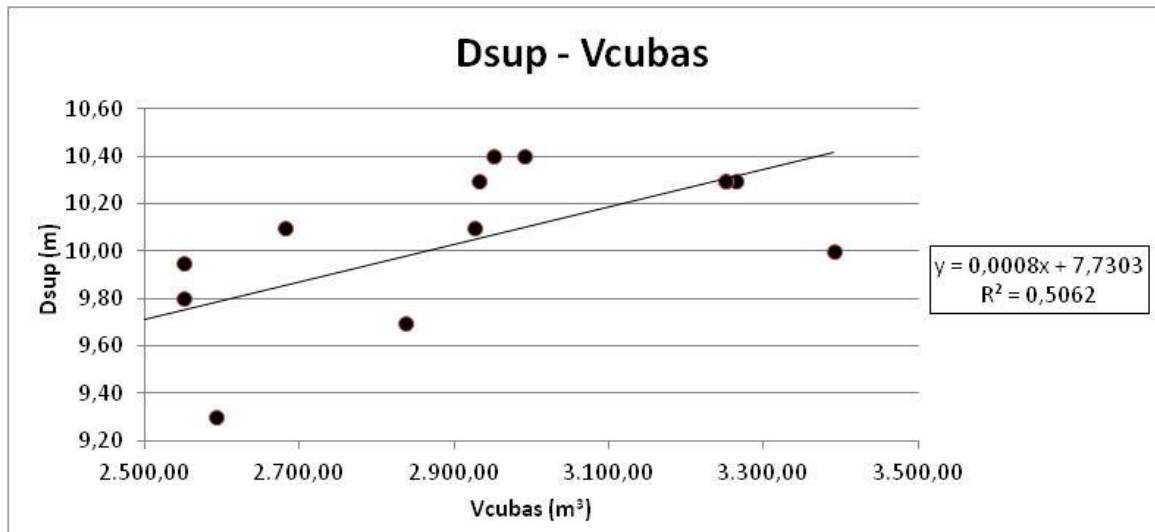
Pese a que los valores de la cifras de dispersión correspondientes a los cálculos de $Dprinc_1$, $Dprinc_3$ y $Dprinc_5$ son bajos (como los 5 valores calculados son muy semejantes), se tendrán en cuenta todos ellos para determinar $Dprinc$ final, que será la media de los cinco valores obtenidos:

$$\begin{aligned} Dprinc &= (Dprinc_1 + Dprinc_2 + Dprinc_3 + Dprinc_4 + Dprinc_5) / 5 = \\ &= (7,303 + 7,441 + 7,396 + 7,391 + 7,361) / 5 \rightarrow \\ &\mathbf{Dprinc = 7,378 \text{ m}} \end{aligned}$$

Que los coeficientes de dispersión en estos casos sean bajos se debe a que los valores de $Dprinc$ de los distintos buques de la base de datos son bastante parecidos entre sí, e independientes del resto de dimensiones.

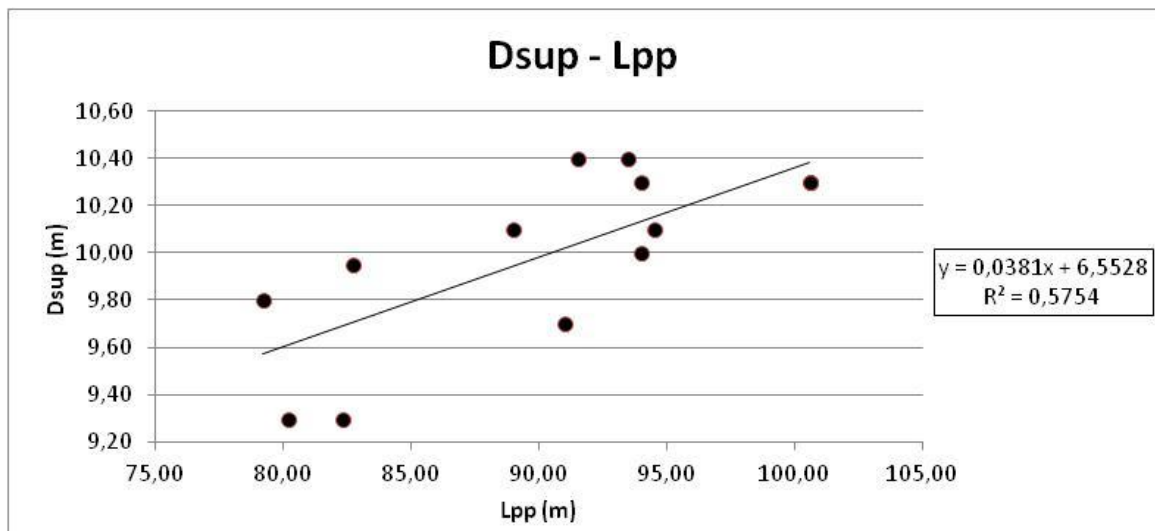
5.5 Determinación del puntal a la cubierta superior (Dsup):

5.5.1 En función del volumen de cubas (Vcubas):

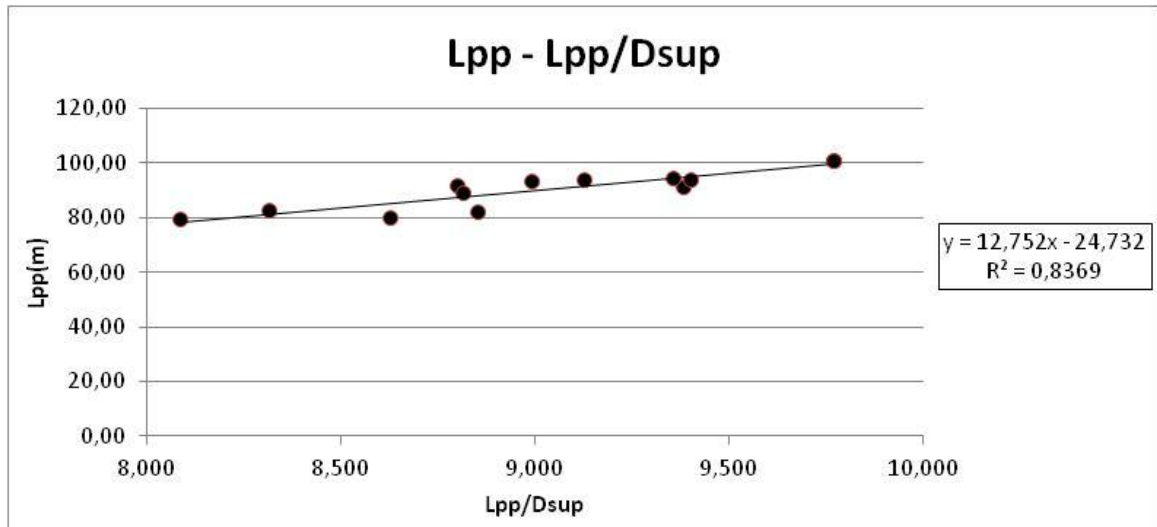


$$Dsup_1 = 0,0008 \cdot Vcubas + 7,7303 \rightarrow Dsup_1 = 10,090 \text{ m}$$

5.5.2 En función de la eslora entre perpendiculares (Lpp):

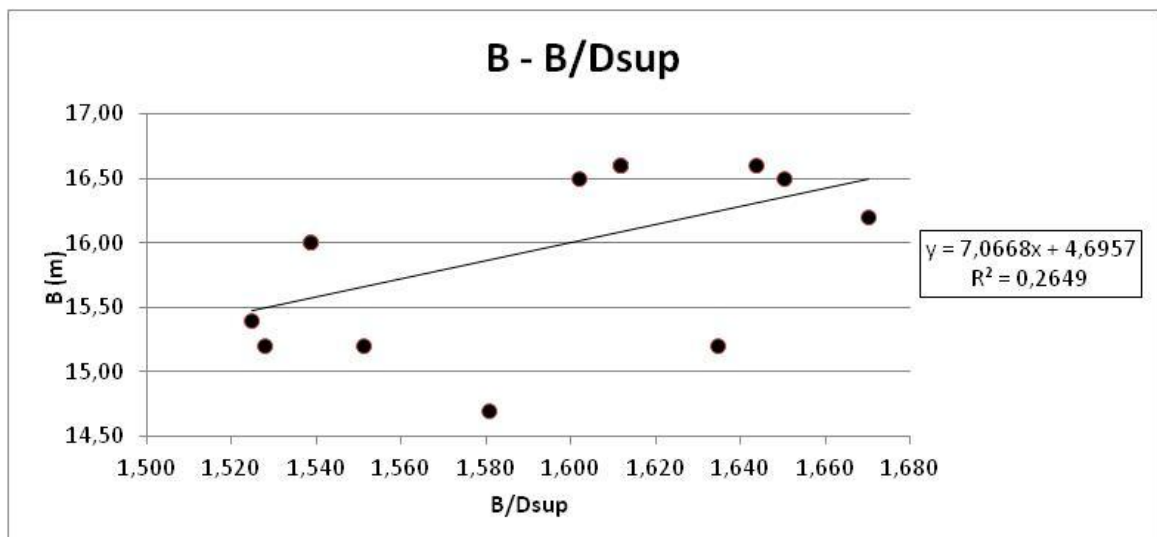


$$Dsup_2 = 0,0381 \cdot Lpp + 6,5528 \text{ y } Lpp = 92,456 \text{ m} \rightarrow Dsup_2 = 10,075 \text{ m}$$



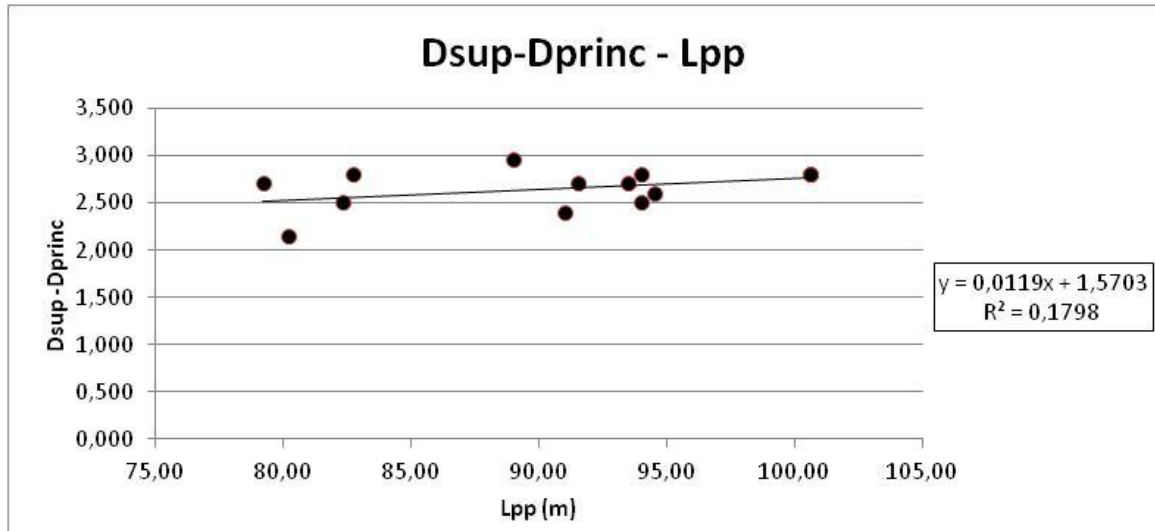
$$Lpp = 12,752 \cdot (Lpp/Dsup_3) - 24,732 \text{ y } Lpp = 92,456 \text{ m} \rightarrow \mathbf{Dsup_3 = 10,061 \text{ m}}$$

5.5.3 En función de la manga (B):



$$B = 7,0668 \cdot (B/Dsup_4) + 4,6957 \text{ y } B = 16,029 \text{ m} \rightarrow \mathbf{Dsup_4 = 9,995 \text{ m}}$$

5.5.4 En función de la eslora entre perpendiculares y la diferencia de puntales (Dsup – Dprinc):



$$Dsup_5 - Dprinc = 0,0119 \cdot Lpp + 1,5703 ; Dprinc = 7,378 \text{ m y } Lpp = 92,456 \rightarrow \mathbf{Dsup_5 = 10,048 \text{ m}}$$

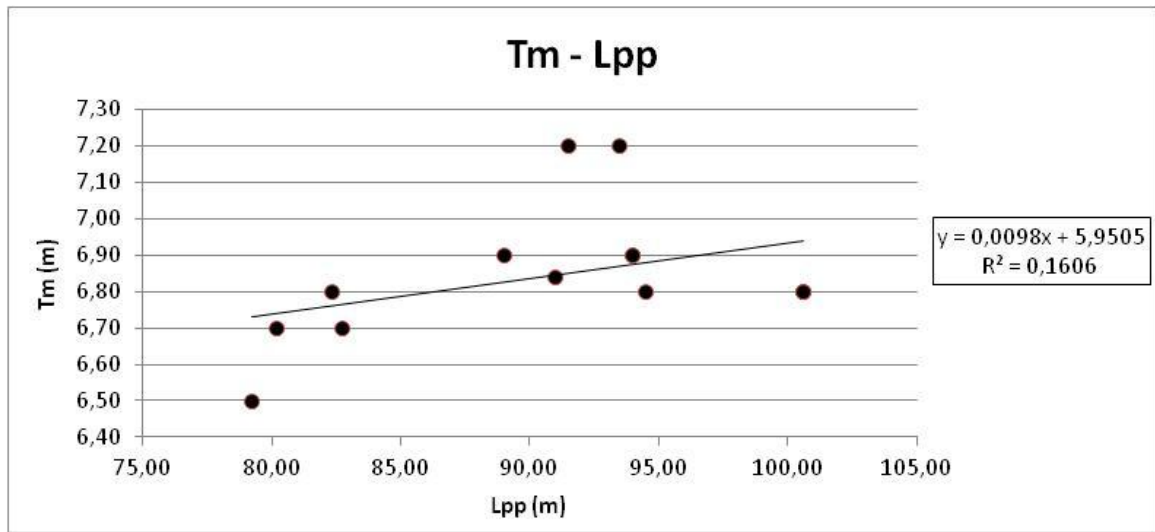
5.5.5 Resultado final:

Pese a que en este caso los valores de la mayoría de las cifras de dispersión son bajos (los valores de Dsup también tienen una distribución poco regular respecto al resto de dimensiones), como los 5 valores calculados son muy parecidos se tendrán en cuenta todos ellos para determinar Dsup final, que será la media de los cinco valores obtenidos anteriormente:

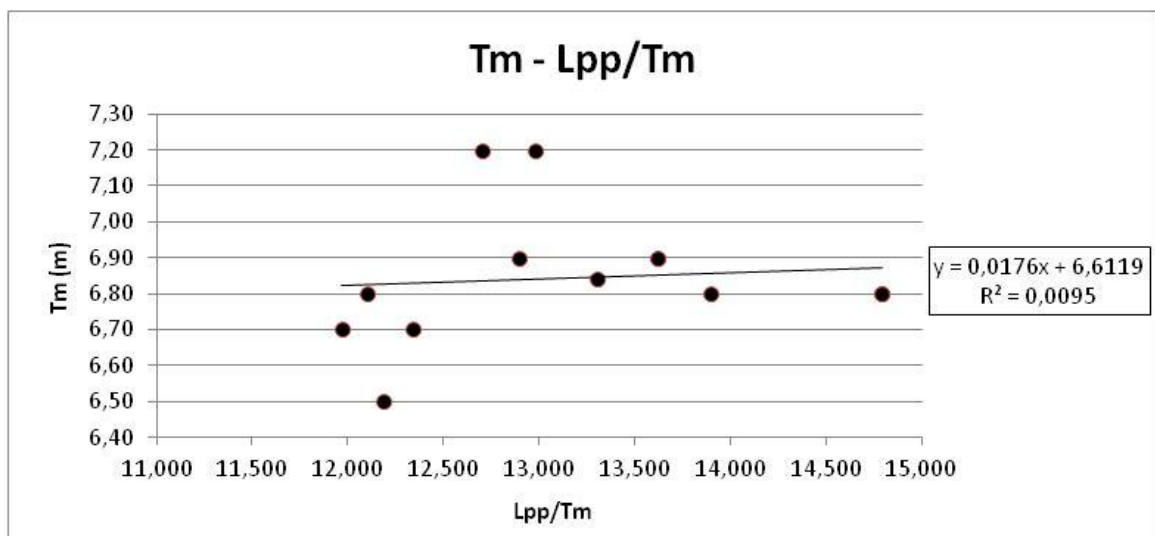
$$Dsup = (Dsup_1 + Dsup_2 + Dsup_3 + Dsup_4 + Dsup_5) / 5 = (10,090 + 10,075 + 10,061 + 9,995 + 10,048) / 5 \rightarrow \mathbf{Dsup = 10,052 \text{ m}}$$

5.6 Determinación del calado medio (Tm):

5.6.1 En función de la eslora entre perpendiculares (Lpp):

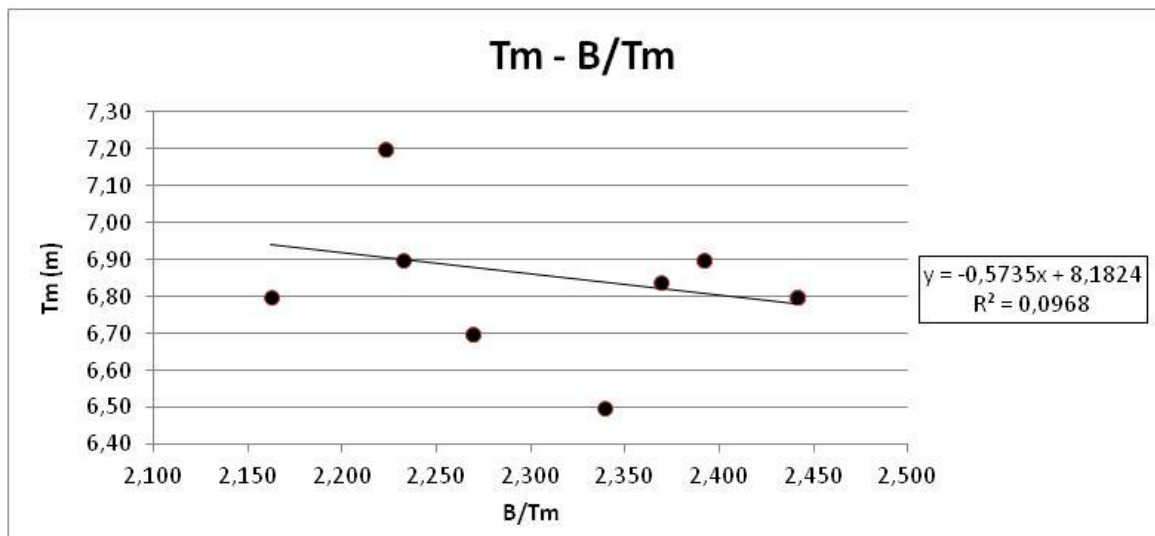


$$Tm_1 = 0,0098 \cdot Lpp + 5,9505 \text{ y } Lpp = 92,456 \text{ m} \rightarrow Tm_1 = 6,857 \text{ m}$$



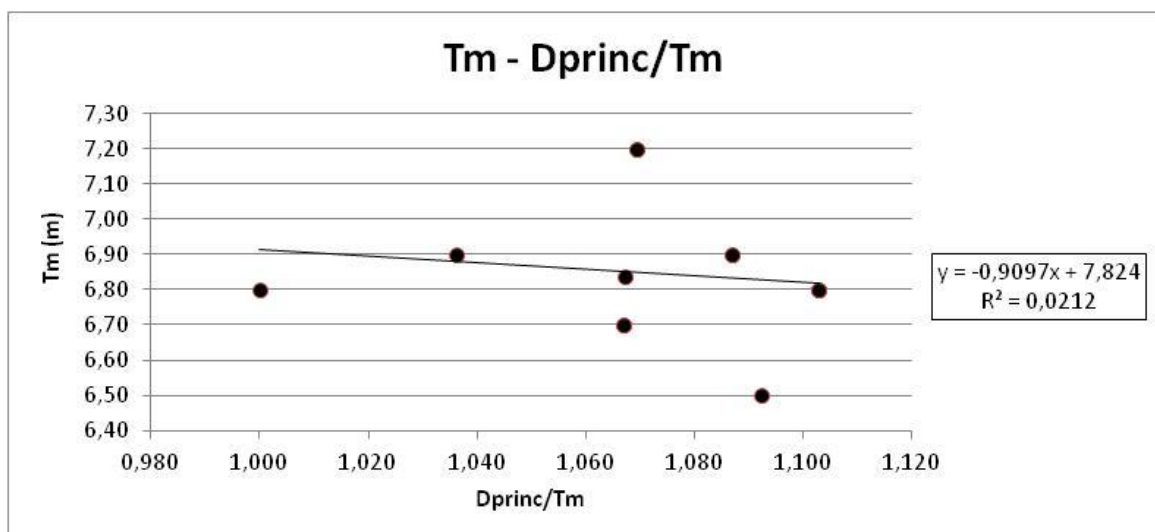
$$Tm_2 = 0,0176 \cdot (Lpp/Tm_2) + 6,6119 \text{ y } Lpp = 92,456 \text{ m} \rightarrow Tm_2 = 6,849 \text{ m}$$

5.6.2 En función de la manga (B):

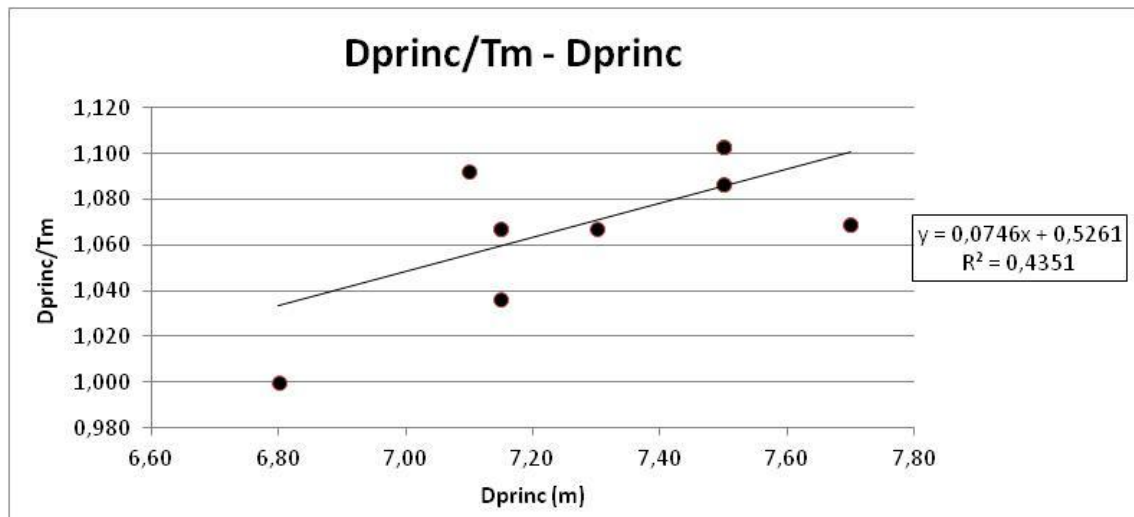


$$Tm_3 = -0,5735 \cdot (B/Tm_3) + 8,1824 \text{ y } B = 16,029 \text{ m} \rightarrow Tm_3 = 6,838 \text{ m}$$

5.6.3 En función del puntal a la cubierta principal (Dprinc):



$$Tm_4 = -0,9097 \cdot (Dprinc/Tm_4) + 7,824 \text{ y } Dprinc = 7,378 \text{ m} \rightarrow Tm_4 = 6,843 \text{ m}$$



$$Dprinc/Tm_5 = 0,0746 \cdot Dprinc + 0,5261 \text{ y } Dprinc = 7,378 \text{ m} \rightarrow Tm_5 = 6,854 \text{ m}$$

5.6.4 Resultado final:

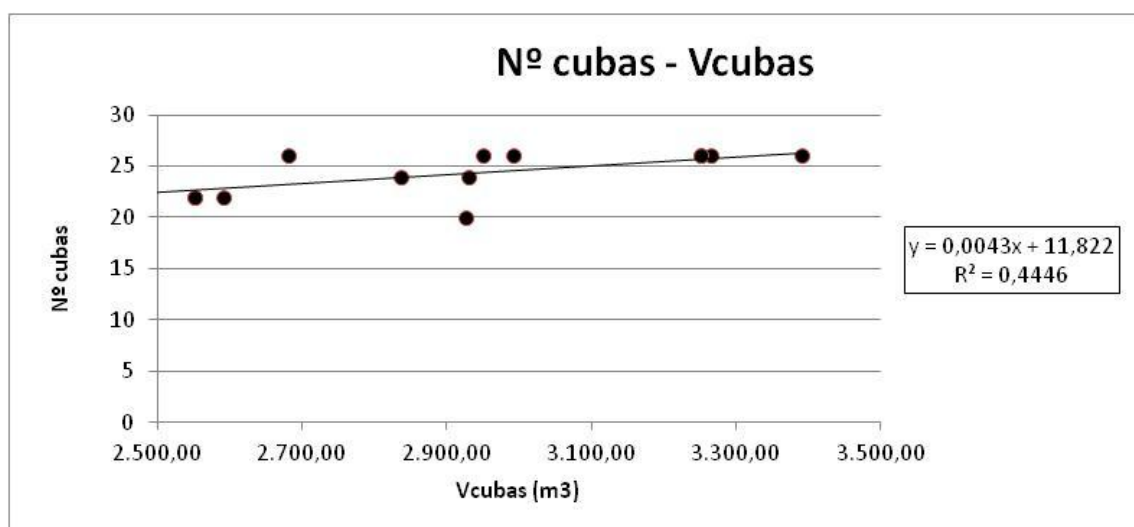
Aunque las correlaciones de estos diagramas son muy dispersas, los valores son bastante coherentes, por lo que se darán por válidos. El valor final del calado medio será por tanto la media de los cinco valores obtenidos anteriormente:

$$Tm = (Tm_1 + Tm_2 + Tm_3 + Tm_4 + Tm_5) / 5 = (6,857 + 6,849 + 6,838 + 6,843 + 6,854) / 5 \rightarrow$$

$$Tm = 6,848 \text{ m}$$

5.7 Determinación del número de cubas en función del volumen de cubas:

En este caso se calculará el número de cubas en función del volumen de cubas:



$$Nº \text{ cubas} = 0,0043 \cdot Vcubas + 11,822 \rightarrow \text{Nº cubas} = 24,507 \text{ cubas}$$

Al tener que ser el número de cubas un valor par, puesto que estas estarán dispuestas simétricamente a lo largo del barco, se tomará como número de cubas 24.

6 RESUMEN RESULTADOS:

En la siguiente tabla se presenta un resumen de los valores medios calculados anteriormente, así como las dimensiones preliminares del buque (que resultarán de redondear los valores anteriores):

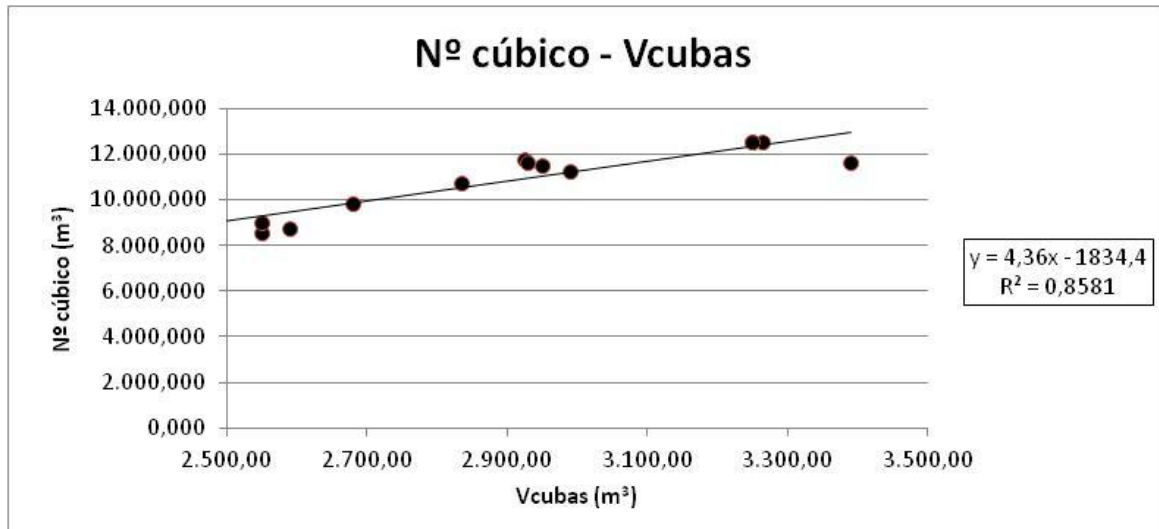
	Lt (m)	Lpp (m)	B (m)	Dprinc (m)	Dsup (m)	Tm (m)	Nº cubas
Valores medios	107,227	92,456	16,029	7,378	10,052	6,848	24
Dimensiones preliminares	107,00	92,50	16,00	7,50	10,10	6,80	24

Comprobaremos si estas dimensiones preliminares podrían ser válidas analizando si cada una de ellas se encuentran dentro de los valores máximos y mínimos de los buques de la base de datos. Haremos la misma comprobación para algunas de las relaciones más importantes entre las dimensiones preliminares:

	Valor máximo	Valor mínimo	Valor calculado	Comprobación
Lt (m)	116,00	91,90	107,00	OK
Lpp (m)	100,60	79,22	92,50	OK
B (m)	16,60	14,70	16,00	OK
Dprinc (m)	7,70	6,80	7,50	OK
Dsup (m)	10,40	9,30	10,10	OK
Tm (m)	7,20	6,50	6,80	OK
Nº cubas	26	20	24	OK
$D_{sup} - D_{princ}$ (m)	2,95	2,15	2,60	OK
Lpp/B	6,06	5,21	5,78	OK
Lpp/Dprinc	13,41	11,16	12,33	OK
Lpp/Dsup	9,77	8,08	9,16	OK
B/Tm	2,44	2,16	2,35	OK
B/Dprinc	2,22	2,08	2,13	OK

Se observa que todos los valores calculados se encuentran entre los valores máximos y mínimos de la base de datos (por lo que se consideran aceptables en esta primera aproximación) convirtiéndose en las dimensiones de partida del buque proyecto.

Para acabar de verificar la validez de dichas dimensiones, se comprueba que con ellas el buque cumple con el volumen de cubas de 2.950 m^3 exigido en los RPA, a través de la siguiente regresión:



$$\text{Nº cúbico} = L_{pp} \cdot B \cdot D_{princ}; L_{pp} = 92,50 \text{ m}, B = 16,00 \text{ m y } D_{princ} = 7,50 \text{ m} \rightarrow$$
$$\text{Nº cúbico} = 11100 \text{ m}^3$$

$$\text{Nº cúbico} = 4,36 \cdot V_{cubas} - 1.834,4 \rightarrow V_{cubas} = 2.966,61 \text{ m}^3$$

Como el volumen de cubas obtenido es similar y superior al obligado por la RPA, se concluye que las dimensiones cumplen con los RPA y se dan por válidas.

7 ESTUDIO DE ALTERNATIVAS:

7.1 Introducción:

Con el fin de determinar definitivamente las dimensiones del buque proyecto, y antes de cualquier proceso de evaluación económica, para obtener la alternativa más favorable se debe elegir un criterio a optimizar que se denomina cifra de mérito. Entre los criterios más utilizados se encuentran por ejemplo que el coste de construcción sea mínimo, que la inversión total a realizar sea mínima, minimizar el coste total del ciclo de vida o que el flete requerido sea mínimo.

En este caso, suponiendo que el que realiza el proyecto es el astillero, se buscará el coste de construcción mínimo.

El procedimiento que seguiremos será el siguiente:

- 1) Cálculo de una serie de alternativas a partir de las dimensiones preliminares, mediante una variación sistemática de sus parámetros fundamentales (dimensiones principales y coeficientes).
- 2) Determinación del coste de construcción de cada una de estas alternativas.
- 3) Elección de aquella que cumpliendo todos los requisitos técnicos, presente el menor coste de construcción.

7.2 Generación de alternativas:

Las alternativas se obtienen a partir de las dimensiones preliminares calculadas anteriormente (aparecen recogidas en la tabla del apartado 6), a las cuales las designaremos con el subíndice 0, con variaciones del 10% de la forma siguiente:

- **Eslora:** $L_i = l_i \cdot L_0$; siendo $l_i = 0,90, 0,92, 0,94, 0,96, 0,98, 1,00, 1,02, 1,04, 1,06, 1,08, 1,10$
- **Manga:** $B_{ij} = b_{ij} \cdot B_0$; siendo $b_{ij} = 0,90, 0,92, 0,94, 0,96, 0,98, 1,00, 1,02, 1,04, 1,06, 1,08, 1,10$ para cada valor de L_i
- **Puntal:** $D_{ij} = \left(\frac{L_0 \cdot B_0}{L_i \cdot B_{ij}} \right) \cdot D_0$
- **Calado:** $T_{ij} = \left(\frac{L_0 \cdot B_0}{L_i \cdot B_{ij}} \right) \cdot T_0$
- **Coeficiente prismático:** $C_{p_{ik}} = C_{p_{i0}} + C_{p_k}$
 - $C_{p_{i0}} = 1,2 - 2,2 \cdot Fn_i$; con $Fn_i \rightarrow$ Número de Froude $= \frac{v}{\sqrt{g \cdot L_i}}$
 - $C_{p_k} = 0,01, 0,02, 0,03$
- **Coeficiente de la maestra:** $C_{M_i} = 1 - 2 \cdot Fn_i^4$
- **Coeficiente de bloque:** $C_{B_{ik}} = C_{p_{ik}} \cdot C_{M_i}$

- **Desplazamiento:** $\Delta_{ijk} = 1,025 \cdot C_{Bik} \cdot L_i \cdot B_{ij} \cdot T_{ij}$

Las 363 alternativas que se calculan efectuando las operaciones anteriormente citadas son las siguientes:

Nº	L_i	B_{ij}	D_{ij}	T_{ij}	F_{n_i}	$C_{p_{ik}}$	C_{m_i}	$C_{b_{ik}}$	Δ_{ijk}
1	83,250	14,400	9,259	8,395	0,306	0,537	0,982	0,527	5440,283
2	83,250	14,400	9,259	8,395	0,306	0,547	0,982	0,537	5541,630
3	83,250	14,400	9,259	8,395	0,306	0,557	0,982	0,547	5642,977
4	83,250	14,720	9,058	8,213	0,306	0,537	0,982	0,527	5440,283
5	83,250	14,720	9,058	8,213	0,306	0,547	0,982	0,537	5541,630
6	83,250	14,720	9,058	8,213	0,306	0,557	0,982	0,547	5642,977
7	83,250	15,040	8,865	8,038	0,306	0,537	0,982	0,527	5440,283
8	83,250	15,040	8,865	8,038	0,306	0,547	0,982	0,537	5541,630
9	83,250	15,040	8,865	8,038	0,306	0,557	0,982	0,547	5642,977
10	83,250	15,360	8,681	7,870	0,306	0,537	0,982	0,527	5440,283
11	83,250	15,360	8,681	7,870	0,306	0,547	0,982	0,537	5541,630
12	83,250	15,360	8,681	7,870	0,306	0,557	0,982	0,547	5642,977
13	83,250	15,680	8,503	7,710	0,306	0,537	0,982	0,527	5440,283
14	83,250	15,680	8,503	7,710	0,306	0,547	0,982	0,537	5541,630
15	83,250	15,680	8,503	7,710	0,306	0,557	0,982	0,547	5642,977
16	83,250	16,000	8,333	7,556	0,306	0,537	0,982	0,527	5440,283
17	83,250	16,000	8,333	7,556	0,306	0,547	0,982	0,537	5541,630
18	83,250	16,000	8,333	7,556	0,306	0,557	0,982	0,547	5642,977
19	83,250	16,320	8,170	7,407	0,306	0,537	0,982	0,527	5440,283
20	83,250	16,320	8,170	7,407	0,306	0,547	0,982	0,537	5541,630
21	83,250	16,320	8,170	7,407	0,306	0,557	0,982	0,547	5642,977
22	83,250	16,640	8,013	7,265	0,306	0,537	0,982	0,527	5440,283
23	83,250	16,640	8,013	7,265	0,306	0,547	0,982	0,537	5541,630
24	83,250	16,640	8,013	7,265	0,306	0,557	0,982	0,547	5642,977
25	83,250	16,960	7,862	7,128	0,306	0,537	0,982	0,527	5440,283
26	83,250	16,960	7,862	7,128	0,306	0,547	0,982	0,537	5541,630
27	83,250	16,960	7,862	7,128	0,306	0,557	0,982	0,547	5642,977
28	83,250	17,280	7,716	6,996	0,306	0,537	0,982	0,527	5440,283
29	83,250	17,280	7,716	6,996	0,306	0,547	0,982	0,537	5541,630
30	83,250	17,280	7,716	6,996	0,306	0,557	0,982	0,547	5642,977

Cuaderno 1: Elección de la cifra de mérito y definición de alternativas. Selección de la más favorable.**Autor:** Miguel Ángel Castro Gómez

31	83,250	17,600	7,576	6,869	0,306	0,537	0,982	0,527	5440,283
32	83,250	17,600	7,576	6,869	0,306	0,547	0,982	0,537	5541,630
33	83,250	17,600	7,576	6,869	0,306	0,557	0,982	0,547	5642,977
34	85,100	14,400	9,058	8,213	0,303	0,544	0,983	0,535	5519,084
35	85,100	14,400	9,058	8,213	0,303	0,554	0,983	0,545	5620,508
36	85,100	14,400	9,058	8,213	0,303	0,564	0,983	0,555	5721,933
37	85,100	14,720	8,861	8,034	0,303	0,544	0,983	0,535	5519,084
38	85,100	14,720	8,861	8,034	0,303	0,554	0,983	0,545	5620,508
39	85,100	14,720	8,861	8,034	0,303	0,564	0,983	0,555	5721,933
40	85,100	15,040	8,673	7,863	0,303	0,544	0,983	0,535	5519,084
41	85,100	15,040	8,673	7,863	0,303	0,554	0,983	0,545	5620,508
42	85,100	15,040	8,673	7,863	0,303	0,564	0,983	0,555	5721,933
43	85,100	15,360	8,492	7,699	0,303	0,544	0,983	0,535	5519,084
44	85,100	15,360	8,492	7,699	0,303	0,554	0,983	0,545	5620,508
45	85,100	15,360	8,492	7,699	0,303	0,564	0,983	0,555	5721,933
46	85,100	15,680	8,319	7,542	0,303	0,544	0,983	0,535	5519,084
47	85,100	15,680	8,319	7,542	0,303	0,554	0,983	0,545	5620,508
48	85,100	15,680	8,319	7,542	0,303	0,564	0,983	0,555	5721,933
49	85,100	16,000	8,152	7,391	0,303	0,544	0,983	0,535	5519,084
50	85,100	16,000	8,152	7,391	0,303	0,554	0,983	0,545	5620,508
51	85,100	16,000	8,152	7,391	0,303	0,564	0,983	0,555	5721,933
52	85,100	16,320	7,992	7,246	0,303	0,544	0,983	0,535	5519,084
53	85,100	16,320	7,992	7,246	0,303	0,554	0,983	0,545	5620,508
54	85,100	16,320	7,992	7,246	0,303	0,564	0,983	0,555	5721,933
55	85,100	16,640	7,839	7,107	0,303	0,544	0,983	0,535	5519,084
56	85,100	16,640	7,839	7,107	0,303	0,554	0,983	0,545	5620,508
57	85,100	16,640	7,839	7,107	0,303	0,564	0,983	0,555	5721,933
58	85,100	16,960	7,691	6,973	0,303	0,544	0,983	0,535	5519,084
59	85,100	16,960	7,691	6,973	0,303	0,554	0,983	0,545	5620,508
60	85,100	16,960	7,691	6,973	0,303	0,564	0,983	0,555	5721,933
61	85,100	17,280	7,548	6,844	0,303	0,544	0,983	0,535	5519,084
62	85,100	17,280	7,548	6,844	0,303	0,554	0,983	0,545	5620,508
63	85,100	17,280	7,548	6,844	0,303	0,564	0,983	0,555	5721,933
64	85,100	17,600	7,411	6,719	0,303	0,544	0,983	0,535	5519,084
65	85,100	17,600	7,411	6,719	0,303	0,554	0,983	0,545	5620,508

Cuaderno 1: Elección de la cifra de mérito y definición de alternativas. Selección de la más favorable.**Autor:** Miguel Ángel Castro Gómez

66	85,100	17,600	7,411	6,719	0,303	0,564	0,983	0,555	5721,933
67	86,950	14,400	8,865	8,038	0,299	0,551	0,984	0,542	5595,331
68	86,950	14,400	8,865	8,038	0,299	0,561	0,984	0,552	5696,829
69	86,950	14,400	8,865	8,038	0,299	0,571	0,984	0,562	5798,327
70	86,950	14,720	8,673	7,863	0,299	0,551	0,984	0,542	5595,331
71	86,950	14,720	8,673	7,863	0,299	0,561	0,984	0,552	5696,829
72	86,950	14,720	8,673	7,863	0,299	0,571	0,984	0,562	5798,327
73	86,950	15,040	8,488	7,696	0,299	0,551	0,984	0,542	5595,331
74	86,950	15,040	8,488	7,696	0,299	0,561	0,984	0,552	5696,829
75	86,950	15,040	8,488	7,696	0,299	0,571	0,984	0,562	5798,327
76	86,950	15,360	8,311	7,535	0,299	0,551	0,984	0,542	5595,331
77	86,950	15,360	8,311	7,535	0,299	0,561	0,984	0,552	5696,829
78	86,950	15,360	8,311	7,535	0,299	0,571	0,984	0,562	5798,327
79	86,950	15,680	8,142	7,382	0,299	0,551	0,984	0,542	5595,331
80	86,950	15,680	8,142	7,382	0,299	0,561	0,984	0,552	5696,829
81	86,950	15,680	8,142	7,382	0,299	0,571	0,984	0,562	5798,327
82	86,950	16,000	7,979	7,234	0,299	0,551	0,984	0,542	5595,331
83	86,950	16,000	7,979	7,234	0,299	0,561	0,984	0,552	5696,829
84	86,950	16,000	7,979	7,234	0,299	0,571	0,984	0,562	5798,327
85	86,950	16,320	7,822	7,092	0,299	0,551	0,984	0,542	5595,331
86	86,950	16,320	7,822	7,092	0,299	0,561	0,984	0,552	5696,829
87	86,950	16,320	7,822	7,092	0,299	0,571	0,984	0,562	5798,327
88	86,950	16,640	7,672	6,956	0,299	0,551	0,984	0,542	5595,331
89	86,950	16,640	7,672	6,956	0,299	0,561	0,984	0,552	5696,829
90	86,950	16,640	7,672	6,956	0,299	0,571	0,984	0,562	5798,327
91	86,950	16,960	7,527	6,825	0,299	0,551	0,984	0,542	5595,331
92	86,950	16,960	7,527	6,825	0,299	0,561	0,984	0,552	5696,829
93	86,950	16,960	7,527	6,825	0,299	0,571	0,984	0,562	5798,327
94	86,950	17,280	7,388	6,698	0,299	0,551	0,984	0,542	5595,331
95	86,950	17,280	7,388	6,698	0,299	0,561	0,984	0,552	5696,829
96	86,950	17,280	7,388	6,698	0,299	0,571	0,984	0,562	5798,327
97	86,950	17,600	7,253	6,576	0,299	0,551	0,984	0,542	5595,331
98	86,950	17,600	7,253	6,576	0,299	0,561	0,984	0,552	5696,829
99	86,950	17,600	7,253	6,576	0,299	0,571	0,984	0,562	5798,327
100	88,800	14,400	8,681	7,870	0,296	0,558	0,985	0,550	5669,159

Cuaderno 1: Elección de la cifra de mérito y definición de alternativas. Selección de la más favorable.**Autor:** Miguel Ángel Castro Gómez

101	88,800	14,400	8,681	7,870	0,296	0,568	0,985	0,559	5770,725
102	88,800	14,400	8,681	7,870	0,296	0,578	0,985	0,569	5872,291
103	88,800	14,720	8,492	7,699	0,296	0,558	0,985	0,550	5669,159
104	88,800	14,720	8,492	7,699	0,296	0,568	0,985	0,559	5770,725
105	88,800	14,720	8,492	7,699	0,296	0,578	0,985	0,569	5872,291
106	88,800	15,040	8,311	7,535	0,296	0,558	0,985	0,550	5669,159
107	88,800	15,040	8,311	7,535	0,296	0,568	0,985	0,559	5770,725
108	88,800	15,040	8,311	7,535	0,296	0,578	0,985	0,569	5872,291
109	88,800	15,360	8,138	7,378	0,296	0,558	0,985	0,550	5669,159
110	88,800	15,360	8,138	7,378	0,296	0,568	0,985	0,559	5770,725
111	88,800	15,360	8,138	7,378	0,296	0,578	0,985	0,569	5872,291
112	88,800	15,680	7,972	7,228	0,296	0,558	0,985	0,550	5669,159
113	88,800	15,680	7,972	7,228	0,296	0,568	0,985	0,559	5770,725
114	88,800	15,680	7,972	7,228	0,296	0,578	0,985	0,569	5872,291
115	88,800	16,000	7,813	7,083	0,296	0,558	0,985	0,550	5669,159
116	88,800	16,000	7,813	7,083	0,296	0,568	0,985	0,559	5770,725
117	88,800	16,000	7,813	7,083	0,296	0,578	0,985	0,569	5872,291
118	88,800	16,320	7,659	6,944	0,296	0,558	0,985	0,550	5669,159
119	88,800	16,320	7,659	6,944	0,296	0,568	0,985	0,559	5770,725
120	88,800	16,320	7,659	6,944	0,296	0,578	0,985	0,569	5872,291
121	88,800	16,640	7,512	6,811	0,296	0,558	0,985	0,550	5669,159
122	88,800	16,640	7,512	6,811	0,296	0,568	0,985	0,559	5770,725
123	88,800	16,640	7,512	6,811	0,296	0,578	0,985	0,569	5872,291
124	88,800	16,960	7,370	6,682	0,296	0,558	0,985	0,550	5669,159
125	88,800	16,960	7,370	6,682	0,296	0,568	0,985	0,559	5770,725
126	88,800	16,960	7,370	6,682	0,296	0,578	0,985	0,569	5872,291
127	88,800	17,280	7,234	6,559	0,296	0,558	0,985	0,550	5669,159
128	88,800	17,280	7,234	6,559	0,296	0,568	0,985	0,559	5770,725
129	88,800	17,280	7,234	6,559	0,296	0,578	0,985	0,569	5872,291
130	88,800	17,600	7,102	6,439	0,296	0,558	0,985	0,550	5669,159
131	88,800	17,600	7,102	6,439	0,296	0,568	0,985	0,559	5770,725
132	88,800	17,600	7,102	6,439	0,296	0,578	0,985	0,569	5872,291
133	90,650	14,400	8,503	7,710	0,293	0,565	0,985	0,557	5740,690
134	90,650	14,400	8,503	7,710	0,293	0,575	0,985	0,566	5842,320
135	90,650	14,400	8,503	7,710	0,293	0,585	0,985	0,576	5943,951

Cuaderno 1: Elección de la cifra de mérito y definición de alternativas. Selección de la más favorable.**Autor:** Miguel Ángel Castro Gómez

136	90,650	14,720	8,319	7,542	0,293	0,565	0,985	0,557	5740,690
137	90,650	14,720	8,319	7,542	0,293	0,575	0,985	0,566	5842,320
138	90,650	14,720	8,319	7,542	0,293	0,585	0,985	0,576	5943,951
139	90,650	15,040	8,142	7,382	0,293	0,565	0,985	0,557	5740,690
140	90,650	15,040	8,142	7,382	0,293	0,575	0,985	0,566	5842,320
141	90,650	15,040	8,142	7,382	0,293	0,585	0,985	0,576	5943,951
142	90,650	15,360	7,972	7,228	0,293	0,565	0,985	0,557	5740,690
143	90,650	15,360	7,972	7,228	0,293	0,575	0,985	0,566	5842,320
144	90,650	15,360	7,972	7,228	0,293	0,585	0,985	0,576	5943,951
145	90,650	15,680	7,809	7,080	0,293	0,565	0,985	0,557	5740,690
146	90,650	15,680	7,809	7,080	0,293	0,575	0,985	0,566	5842,320
147	90,650	15,680	7,809	7,080	0,293	0,585	0,985	0,576	5943,951
148	90,650	16,000	7,653	6,939	0,293	0,565	0,985	0,557	5740,690
149	90,650	16,000	7,653	6,939	0,293	0,575	0,985	0,566	5842,320
150	90,650	16,000	7,653	6,939	0,293	0,585	0,985	0,576	5943,951
151	90,650	16,320	7,503	6,803	0,293	0,565	0,985	0,557	5740,690
152	90,650	16,320	7,503	6,803	0,293	0,575	0,985	0,566	5842,320
153	90,650	16,320	7,503	6,803	0,293	0,585	0,985	0,576	5943,951
154	90,650	16,640	7,359	6,672	0,293	0,565	0,985	0,557	5740,690
155	90,650	16,640	7,359	6,672	0,293	0,575	0,985	0,566	5842,320
156	90,650	16,640	7,359	6,672	0,293	0,585	0,985	0,576	5943,951
157	90,650	16,960	7,220	6,546	0,293	0,565	0,985	0,557	5740,690
158	90,650	16,960	7,220	6,546	0,293	0,575	0,985	0,566	5842,320
159	90,650	16,960	7,220	6,546	0,293	0,585	0,985	0,576	5943,951
160	90,650	17,280	7,086	6,425	0,293	0,565	0,985	0,557	5740,690
161	90,650	17,280	7,086	6,425	0,293	0,575	0,985	0,566	5842,320
162	90,650	17,280	7,086	6,425	0,293	0,585	0,985	0,576	5943,951
163	90,650	17,600	6,957	6,308	0,293	0,565	0,985	0,557	5740,690
164	90,650	17,600	6,957	6,308	0,293	0,575	0,985	0,566	5842,320
165	90,650	17,600	6,957	6,308	0,293	0,585	0,985	0,576	5943,951
166	92,500	14,400	8,333	7,556	0,290	0,571	0,986	0,563	5810,039
167	92,500	14,400	8,333	7,556	0,290	0,581	0,986	0,573	5911,730
168	92,500	14,400	8,333	7,556	0,290	0,591	0,986	0,583	6013,420
169	92,500	14,720	8,152	7,391	0,290	0,571	0,986	0,563	5810,039
170	92,500	14,720	8,152	7,391	0,290	0,581	0,986	0,573	5911,730

Cuaderno 1: Elección de la cifra de mérito y definición de alternativas. Selección de la más favorable.**Autor:** Miguel Ángel Castro Gómez

171	92,500	14,720	8,152	7,391	0,290	0,591	0,986	0,583	6013,420
172	92,500	15,040	7,979	7,234	0,290	0,571	0,986	0,563	5810,039
173	92,500	15,040	7,979	7,234	0,290	0,581	0,986	0,573	5911,730
174	92,500	15,040	7,979	7,234	0,290	0,591	0,986	0,583	6013,420
175	92,500	15,360	7,813	7,083	0,290	0,571	0,986	0,563	5810,039
176	92,500	15,360	7,813	7,083	0,290	0,581	0,986	0,573	5911,730
177	92,500	15,360	7,813	7,083	0,290	0,591	0,986	0,583	6013,420
178	92,500	15,680	7,653	6,939	0,290	0,571	0,986	0,563	5810,039
179	92,500	15,680	7,653	6,939	0,290	0,581	0,986	0,573	5911,730
180	92,500	15,680	7,653	6,939	0,290	0,591	0,986	0,583	6013,420
181	92,500	16,000	7,500	6,800	0,290	0,571	0,986	0,563	5810,039
182	92,500	16,000	7,500	6,800	0,290	0,581	0,986	0,573	5911,730
183	92,500	16,000	7,500	6,800	0,290	0,591	0,986	0,583	6013,420
184	92,500	16,320	7,353	6,667	0,290	0,571	0,986	0,563	5810,039
185	92,500	16,320	7,353	6,667	0,290	0,581	0,986	0,573	5911,730
186	92,500	16,320	7,353	6,667	0,290	0,591	0,986	0,583	6013,420
187	92,500	16,640	7,212	6,538	0,290	0,571	0,986	0,563	5810,039
188	92,500	16,640	7,212	6,538	0,290	0,581	0,986	0,573	5911,730
189	92,500	16,640	7,212	6,538	0,290	0,591	0,986	0,583	6013,420
190	92,500	16,960	7,075	6,415	0,290	0,571	0,986	0,563	5810,039
191	92,500	16,960	7,075	6,415	0,290	0,581	0,986	0,573	5911,730
192	92,500	16,960	7,075	6,415	0,290	0,591	0,986	0,583	6013,420
193	92,500	17,280	6,944	6,296	0,290	0,571	0,986	0,563	5810,039
194	92,500	17,280	6,944	6,296	0,290	0,581	0,986	0,573	5911,730
195	92,500	17,280	6,944	6,296	0,290	0,591	0,986	0,583	6013,420
196	92,500	17,600	6,818	6,182	0,290	0,571	0,986	0,563	5810,039
197	92,500	17,600	6,818	6,182	0,290	0,581	0,986	0,573	5911,730
198	92,500	17,600	6,818	6,182	0,290	0,591	0,986	0,583	6013,420
199	94,350	14,400	8,170	7,407	0,287	0,578	0,986	0,570	5877,313
200	94,350	14,400	8,170	7,407	0,287	0,588	0,986	0,580	5979,060
201	94,350	14,400	8,170	7,407	0,287	0,598	0,986	0,589	6080,808
202	94,350	14,720	7,992	7,246	0,287	0,578	0,986	0,570	5877,313
203	94,350	14,720	7,992	7,246	0,287	0,588	0,986	0,580	5979,060
204	94,350	14,720	7,992	7,246	0,287	0,598	0,986	0,589	6080,808
205	94,350	15,040	7,822	7,092	0,287	0,578	0,986	0,570	5877,313

Cuaderno 1: Elección de la cifra de mérito y definición de alternativas. Selección de la más favorable.**Autor:** Miguel Ángel Castro Gómez

206	94,350	15,040	7,822	7,092	0,287	0,588	0,986	0,580	5979,060
207	94,350	15,040	7,822	7,092	0,287	0,598	0,986	0,589	6080,808
208	94,350	15,360	7,659	6,944	0,287	0,578	0,986	0,570	5877,313
209	94,350	15,360	7,659	6,944	0,287	0,588	0,986	0,580	5979,060
210	94,350	15,360	7,659	6,944	0,287	0,598	0,986	0,589	6080,808
211	94,350	15,680	7,503	6,803	0,287	0,578	0,986	0,570	5877,313
212	94,350	15,680	7,503	6,803	0,287	0,588	0,986	0,580	5979,060
213	94,350	15,680	7,503	6,803	0,287	0,598	0,986	0,589	6080,808
214	94,350	16,000	7,353	6,667	0,287	0,578	0,986	0,570	5877,313
215	94,350	16,000	7,353	6,667	0,287	0,588	0,986	0,580	5979,060
216	94,350	16,000	7,353	6,667	0,287	0,598	0,986	0,589	6080,808
217	94,350	16,320	7,209	6,536	0,287	0,578	0,986	0,570	5877,313
218	94,350	16,320	7,209	6,536	0,287	0,588	0,986	0,580	5979,060
219	94,350	16,320	7,209	6,536	0,287	0,598	0,986	0,589	6080,808
220	94,350	16,640	7,070	6,410	0,287	0,578	0,986	0,570	5877,313
221	94,350	16,640	7,070	6,410	0,287	0,588	0,986	0,580	5979,060
222	94,350	16,640	7,070	6,410	0,287	0,598	0,986	0,589	6080,808
223	94,350	16,960	6,937	6,289	0,287	0,578	0,986	0,570	5877,313
224	94,350	16,960	6,937	6,289	0,287	0,588	0,986	0,580	5979,060
225	94,350	16,960	6,937	6,289	0,287	0,598	0,986	0,589	6080,808
226	94,350	17,280	6,808	6,173	0,287	0,578	0,986	0,570	5877,313
227	94,350	17,280	6,808	6,173	0,287	0,588	0,986	0,580	5979,060
228	94,350	17,280	6,808	6,173	0,287	0,598	0,986	0,589	6080,808
229	94,350	17,600	6,684	6,061	0,287	0,578	0,986	0,570	5877,313
230	94,350	17,600	6,684	6,061	0,287	0,588	0,986	0,580	5979,060
231	94,350	17,600	6,684	6,061	0,287	0,598	0,986	0,589	6080,808
232	96,200	14,400	8,013	7,265	0,285	0,584	0,987	0,576	5942,611
233	96,200	14,400	8,013	7,265	0,285	0,594	0,987	0,586	6044,413
234	96,200	14,400	8,013	7,265	0,285	0,604	0,987	0,596	6146,214
235	96,200	14,720	7,839	7,107	0,285	0,584	0,987	0,576	5942,611
236	96,200	14,720	7,839	7,107	0,285	0,594	0,987	0,586	6044,413
237	96,200	14,720	7,839	7,107	0,285	0,604	0,987	0,596	6146,214
238	96,200	15,040	7,672	6,956	0,285	0,584	0,987	0,576	5942,611
239	96,200	15,040	7,672	6,956	0,285	0,594	0,987	0,586	6044,413
240	96,200	15,040	7,672	6,956	0,285	0,604	0,987	0,596	6146,214

Cuaderno 1: Elección de la cifra de mérito y definición de alternativas. Selección de la más favorable.**Autor:** Miguel Ángel Castro Gómez

241	96,200	15,360	7,512	6,811	0,285	0,584	0,987	0,576	5942,611
242	96,200	15,360	7,512	6,811	0,285	0,594	0,987	0,586	6044,413
243	96,200	15,360	7,512	6,811	0,285	0,604	0,987	0,596	6146,214
244	96,200	15,680	7,359	6,672	0,285	0,594	0,987	0,586	6044,413
245	96,200	15,680	7,359	6,672	0,285	0,604	0,987	0,596	6146,214
246	96,200	15,680	7,359	6,672	0,285	0,584	0,987	0,576	5942,611
247	96,200	16,000	7,212	6,538	0,285	0,594	0,987	0,586	6044,413
248	96,200	16,000	7,212	6,538	0,285	0,604	0,987	0,596	6146,214
249	96,200	16,000	7,212	6,538	0,285	0,584	0,987	0,576	5942,611
250	96,200	16,320	7,070	6,410	0,285	0,594	0,987	0,586	6044,413
251	96,200	16,320	7,070	6,410	0,285	0,604	0,987	0,596	6146,214
252	96,200	16,320	7,070	6,410	0,285	0,584	0,987	0,576	5942,611
253	96,200	16,640	6,934	6,287	0,285	0,594	0,987	0,586	6044,413
254	96,200	16,640	6,934	6,287	0,285	0,604	0,987	0,596	6146,214
255	96,200	16,640	6,934	6,287	0,285	0,584	0,987	0,576	5942,611
256	96,200	16,960	6,803	6,168	0,285	0,594	0,987	0,586	6044,413
257	96,200	16,960	6,803	6,168	0,285	0,604	0,987	0,596	6146,214
258	96,200	16,960	6,803	6,168	0,285	0,584	0,987	0,576	5942,611
259	96,200	17,280	6,677	6,054	0,285	0,594	0,987	0,586	6044,413
260	96,200	17,280	6,677	6,054	0,285	0,604	0,987	0,596	6146,214
261	96,200	17,280	6,677	6,054	0,285	0,584	0,987	0,576	5942,611
262	96,200	17,600	6,556	5,944	0,285	0,594	0,987	0,586	6044,413
263	96,200	17,600	6,556	5,944	0,285	0,604	0,987	0,596	6146,214
264	96,200	17,600	6,556	5,944	0,285	0,584	0,987	0,576	5942,611
265	98,050	14,400	7,862	7,128	0,282	0,590	0,987	0,582	6006,029
266	98,050	14,400	7,862	7,128	0,282	0,600	0,987	0,592	6107,881
267	98,050	14,400	7,862	7,128	0,282	0,610	0,987	0,602	6209,732
268	98,050	14,720	7,691	6,973	0,282	0,590	0,987	0,582	6006,029
269	98,050	14,720	7,691	6,973	0,282	0,600	0,987	0,592	6107,881
270	98,050	14,720	7,691	6,973	0,282	0,610	0,987	0,602	6209,732
271	98,050	15,040	7,527	6,825	0,282	0,590	0,987	0,582	6006,029
272	98,050	15,040	7,527	6,825	0,282	0,600	0,987	0,592	6107,881
273	98,050	15,040	7,527	6,825	0,282	0,610	0,987	0,602	6209,732
274	98,050	15,360	7,370	6,682	0,282	0,590	0,987	0,582	6006,029
275	98,050	15,360	7,370	6,682	0,282	0,600	0,987	0,592	6107,881

Cuaderno 1: Elección de la cifra de mérito y definición de alternativas. Selección de la más favorable.**Autor:** Miguel Ángel Castro Gómez

276	98,050	15,360	7,370	6,682	0,282	0,610	0,987	0,602	6209,732
277	98,050	15,680	7,220	6,546	0,282	0,590	0,987	0,582	6006,029
278	98,050	15,680	7,220	6,546	0,282	0,600	0,987	0,592	6107,881
279	98,050	15,680	7,220	6,546	0,282	0,610	0,987	0,602	6209,732
280	98,050	16,000	7,075	6,415	0,282	0,590	0,987	0,582	6006,029
281	98,050	16,000	7,075	6,415	0,282	0,600	0,987	0,592	6107,881
282	98,050	16,000	7,075	6,415	0,282	0,610	0,987	0,602	6209,732
283	98,050	16,320	6,937	6,289	0,282	0,590	0,987	0,582	6006,029
284	98,050	16,320	6,937	6,289	0,282	0,600	0,987	0,592	6107,881
285	98,050	16,320	6,937	6,289	0,282	0,610	0,987	0,602	6209,732
286	98,050	16,640	6,803	6,168	0,282	0,590	0,987	0,582	6006,029
287	98,050	16,640	6,803	6,168	0,282	0,600	0,987	0,592	6107,881
288	98,050	16,640	6,803	6,168	0,282	0,610	0,987	0,602	6209,732
289	98,050	16,960	6,675	6,052	0,282	0,590	0,987	0,582	6006,029
290	98,050	16,960	6,675	6,052	0,282	0,600	0,987	0,592	6107,881
291	98,050	16,960	6,675	6,052	0,282	0,610	0,987	0,602	6209,732
292	98,050	17,280	6,551	5,940	0,282	0,590	0,987	0,582	6006,029
293	98,050	17,280	6,551	5,940	0,282	0,600	0,987	0,592	6107,881
294	98,050	17,280	6,551	5,940	0,282	0,610	0,987	0,602	6209,732
295	98,050	17,600	6,432	5,832	0,282	0,590	0,987	0,582	6006,029
296	98,050	17,600	6,432	5,832	0,282	0,600	0,987	0,592	6107,881
297	98,050	17,600	6,432	5,832	0,282	0,610	0,987	0,602	6209,732
298	99,900	14,400	7,716	6,996	0,279	0,595	0,988	0,588	6067,652
299	99,900	14,400	7,716	6,996	0,279	0,605	0,988	0,598	6169,552
300	99,900	14,400	7,716	6,996	0,279	0,615	0,988	0,608	6271,451
301	99,900	14,720	7,548	6,844	0,279	0,595	0,988	0,588	6067,652
302	99,900	14,720	7,548	6,844	0,279	0,605	0,988	0,598	6169,552
303	99,900	14,720	7,548	6,844	0,279	0,615	0,988	0,608	6271,451
304	99,900	15,040	7,388	6,698	0,279	0,595	0,988	0,588	6067,652
305	99,900	15,040	7,388	6,698	0,279	0,605	0,988	0,598	6169,552
306	99,900	15,040	7,388	6,698	0,279	0,615	0,988	0,608	6271,451
307	99,900	15,360	7,234	6,559	0,279	0,595	0,988	0,588	6067,652
308	99,900	15,360	7,234	6,559	0,279	0,605	0,988	0,598	6169,552
309	99,900	15,360	7,234	6,559	0,279	0,615	0,988	0,608	6271,451
310	99,900	15,680	7,086	6,425	0,279	0,595	0,988	0,588	6067,652

Cuaderno 1: Elección de la cifra de mérito y definición de alternativas. Selección de la más favorable.**Autor:** Miguel Ángel Castro Gómez

311	99,900	15,680	7,086	6,425	0,279	0,605	0,988	0,598	6169,552
312	99,900	15,680	7,086	6,425	0,279	0,615	0,988	0,608	6271,451
313	99,900	16,000	6,944	6,296	0,279	0,595	0,988	0,588	6067,652
314	99,900	16,000	6,944	6,296	0,279	0,605	0,988	0,598	6169,552
315	99,900	16,000	6,944	6,296	0,279	0,615	0,988	0,608	6271,451
316	99,900	16,320	6,808	6,173	0,279	0,595	0,988	0,588	6067,652
317	99,900	16,320	6,808	6,173	0,279	0,605	0,988	0,598	6169,552
318	99,900	16,320	6,808	6,173	0,279	0,615	0,988	0,608	6271,451
319	99,900	16,640	6,677	6,054	0,279	0,595	0,988	0,588	6067,652
320	99,900	16,640	6,677	6,054	0,279	0,605	0,988	0,598	6169,552
321	99,900	16,640	6,677	6,054	0,279	0,615	0,988	0,608	6271,451
322	99,900	16,960	6,551	5,940	0,279	0,595	0,988	0,588	6067,652
323	99,900	16,960	6,551	5,940	0,279	0,605	0,988	0,598	6169,552
324	99,900	16,960	6,551	5,940	0,279	0,615	0,988	0,608	6271,451
325	99,900	17,280	6,430	5,830	0,279	0,595	0,988	0,588	6067,652
326	99,900	17,280	6,430	5,830	0,279	0,605	0,988	0,598	6169,552
327	99,900	17,280	6,430	5,830	0,279	0,615	0,988	0,608	6271,451
328	99,900	17,600	6,313	5,724	0,279	0,595	0,988	0,588	6067,652
329	99,900	17,600	6,313	5,724	0,279	0,605	0,988	0,598	6169,552
330	99,900	17,600	6,313	5,724	0,279	0,615	0,988	0,608	6271,451
331	101,750	14,400	7,576	6,869	0,277	0,601	0,988	0,594	6127,563
332	101,750	14,400	7,576	6,869	0,277	0,611	0,988	0,604	6229,508
333	101,750	14,400	7,576	6,869	0,277	0,621	0,988	0,614	6331,453
334	101,750	14,720	7,411	6,719	0,277	0,601	0,988	0,594	6127,563
335	101,750	14,720	7,411	6,719	0,277	0,611	0,988	0,604	6229,508
336	101,750	14,720	7,411	6,719	0,277	0,621	0,988	0,614	6331,453
337	101,750	15,040	7,253	6,576	0,277	0,601	0,988	0,594	6127,563
338	101,750	15,040	7,253	6,576	0,277	0,611	0,988	0,604	6229,508
339	101,750	15,040	7,253	6,576	0,277	0,621	0,988	0,614	6331,453
340	101,750	15,360	7,102	6,439	0,277	0,601	0,988	0,594	6127,563
341	101,750	15,360	7,102	6,439	0,277	0,611	0,988	0,604	6229,508
342	101,750	15,360	7,102	6,439	0,277	0,621	0,988	0,614	6331,453
343	101,750	15,680	6,957	6,308	0,277	0,601	0,988	0,594	6127,563
344	101,750	15,680	6,957	6,308	0,277	0,611	0,988	0,604	6229,508
345	101,750	15,680	6,957	6,308	0,277	0,621	0,988	0,614	6331,453

346	101,750	16,000	6,818	6,182	0,277	0,601	0,988	0,594	6127,563
347	101,750	16,000	6,818	6,182	0,277	0,611	0,988	0,604	6229,508
348	101,750	16,000	6,818	6,182	0,277	0,621	0,988	0,614	6331,453
349	101,750	16,320	6,684	6,061	0,277	0,601	0,988	0,594	6127,563
350	101,750	16,320	6,684	6,061	0,277	0,611	0,988	0,604	6229,508
351	101,750	16,320	6,684	6,061	0,277	0,621	0,988	0,614	6331,453
352	101,750	16,640	6,556	5,944	0,277	0,601	0,988	0,594	6127,563
353	101,750	16,640	6,556	5,944	0,277	0,611	0,988	0,604	6229,508
354	101,750	16,640	6,556	5,944	0,277	0,621	0,988	0,614	6331,453
355	101,750	16,960	6,432	5,832	0,277	0,601	0,988	0,594	6127,563
356	101,750	16,960	6,432	5,832	0,277	0,611	0,988	0,604	6229,508
357	101,750	16,960	6,432	5,832	0,277	0,621	0,988	0,614	6331,453
358	101,750	17,280	6,313	5,724	0,277	0,601	0,988	0,594	6127,563
359	101,750	17,280	6,313	5,724	0,277	0,611	0,988	0,604	6229,508
360	101,750	17,280	6,313	5,724	0,277	0,621	0,988	0,614	6331,453
361	101,750	17,600	6,198	5,620	0,277	0,601	0,988	0,594	6127,563
362	101,750	17,600	6,198	5,620	0,277	0,611	0,988	0,604	6229,508
363	101,750	17,600	6,198	5,620	0,277	0,621	0,988	0,614	6331,453

Donde la situación inicial es la correspondiente a las alternativas número 181, 182 y 183.

7.3 Comprobación de la validez de las distintas alternativas:

De entre estas 363 alternativas eliminaremos aquellas cuyas principales relaciones adimensionales no se encuentren entre los valores máximos y mínimos de la base de datos:

$$5,21 < L/B < 6,06 \quad 2,08 < B/D < 2,22 \quad 11,16 < L/D < 13,41 \quad 2,16 < B/T < 2,44$$

Nº	L_i	B_{ij}	D_{ij}	T_{ij}	F_{ni}	$C_{p_{ik}}$	C_{m_i}	$C_{b_{ik}}$	Δ_{ijk}	L/B	B/D	L/D	B/T	¿Vale?
1	83,250	14,400	9,259	8,395	0,306	0,537	0,982	0,527	5440,283	5,781	1,555	8,991	1,715	NO
2	83,250	14,400	9,259	8,395	0,306	0,547	0,982	0,537	5541,630	5,781	1,555	8,991	1,715	NO
3	83,250	14,400	9,259	8,395	0,306	0,557	0,982	0,547	5642,977	5,781	1,555	8,991	1,715	NO
4	83,250	14,720	9,058	8,213	0,306	0,537	0,982	0,527	5440,283	5,656	1,625	9,191	1,792	NO
5	83,250	14,720	9,058	8,213	0,306	0,547	0,982	0,537	5541,630	5,656	1,625	9,191	1,792	NO
6	83,250	14,720	9,058	8,213	0,306	0,557	0,982	0,547	5642,977	5,656	1,625	9,191	1,792	NO
7	83,250	15,040	8,865	8,038	0,306	0,537	0,982	0,527	5440,283	5,535	1,697	9,391	1,871	NO
8	83,250	15,040	8,865	8,038	0,306	0,547	0,982	0,537	5541,630	5,535	1,697	9,391	1,871	NO
9	83,250	15,040	8,865	8,038	0,306	0,557	0,982	0,547	5642,977	5,535	1,697	9,391	1,871	NO
10	83,250	15,360	8,681	7,870	0,306	0,537	0,982	0,527	5440,283	5,420	1,769	9,590	1,952	NO
11	83,250	15,360	8,681	7,870	0,306	0,547	0,982	0,537	5541,630	5,420	1,769	9,590	1,952	NO

Cuaderno 1: Elección de la cifra de mérito y definición de alternativas. Selección de la más favorable.**Autor:** Miguel Ángel Castro Gómez

12	83,250	15,360	8,681	7,870	0,306	0,557	0,982	0,547	5642,977	5,420	1,769	9,590	1,952	NO
13	83,250	15,680	8,503	7,710	0,306	0,537	0,982	0,527	5440,283	5,309	1,844	9,790	2,034	NO
14	83,250	15,680	8,503	7,710	0,306	0,547	0,982	0,537	5541,630	5,309	1,844	9,790	2,034	NO
15	83,250	15,680	8,503	7,710	0,306	0,557	0,982	0,547	5642,977	5,309	1,844	9,790	2,034	NO
16	83,250	16,000	8,333	7,556	0,306	0,537	0,982	0,527	5440,283	5,203	1,920	9,990	2,118	NO
17	83,250	16,000	8,333	7,556	0,306	0,547	0,982	0,537	5541,630	5,203	1,920	9,990	2,118	NO
18	83,250	16,000	8,333	7,556	0,306	0,557	0,982	0,547	5642,977	5,203	1,920	9,990	2,118	NO
19	83,250	16,320	8,170	7,407	0,306	0,537	0,982	0,527	5440,283	5,101	1,998	10,190	2,203	NO
20	83,250	16,320	8,170	7,407	0,306	0,547	0,982	0,537	5541,630	5,101	1,998	10,190	2,203	NO
21	83,250	16,320	8,170	7,407	0,306	0,557	0,982	0,547	5642,977	5,101	1,998	10,190	2,203	NO
22	83,250	16,640	8,013	7,265	0,306	0,537	0,982	0,527	5440,283	5,003	2,077	10,390	2,290	NO
23	83,250	16,640	8,013	7,265	0,306	0,547	0,982	0,537	5541,630	5,003	2,077	10,390	2,290	NO
24	83,250	16,640	8,013	7,265	0,306	0,557	0,982	0,547	5642,977	5,003	2,077	10,390	2,290	NO
25	83,250	16,960	7,862	7,128	0,306	0,537	0,982	0,527	5440,283	4,909	2,157	10,589	2,379	NO
26	83,250	16,960	7,862	7,128	0,306	0,547	0,982	0,537	5541,630	4,909	2,157	10,589	2,379	NO
27	83,250	16,960	7,862	7,128	0,306	0,557	0,982	0,547	5642,977	4,909	2,157	10,589	2,379	NO
28	83,250	17,280	7,716	6,996	0,306	0,537	0,982	0,527	5440,283	4,818	2,239	10,789	2,470	NO
29	83,250	17,280	7,716	6,996	0,306	0,547	0,982	0,537	5541,630	4,818	2,239	10,789	2,470	NO
30	83,250	17,280	7,716	6,996	0,306	0,557	0,982	0,547	5642,977	4,818	2,239	10,789	2,470	NO
31	83,250	17,600	7,576	6,869	0,306	0,537	0,982	0,527	5440,283	4,730	2,323	10,989	2,562	NO
32	83,250	17,600	7,576	6,869	0,306	0,547	0,982	0,537	5541,630	4,730	2,323	10,989	2,562	NO
33	83,250	17,600	7,576	6,869	0,306	0,557	0,982	0,547	5642,977	4,730	2,323	10,989	2,562	NO
34	85,100	14,400	9,058	8,213	0,303	0,544	0,983	0,535	5519,084	5,910	1,590	9,395	1,753	NO
35	85,100	14,400	9,058	8,213	0,303	0,554	0,983	0,545	5620,508	5,910	1,590	9,395	1,753	NO
36	85,100	14,400	9,058	8,213	0,303	0,564	0,983	0,555	5721,933	5,910	1,590	9,395	1,753	NO
37	85,100	14,720	8,861	8,034	0,303	0,544	0,983	0,535	5519,084	5,781	1,661	9,604	1,832	NO
38	85,100	14,720	8,861	8,034	0,303	0,554	0,983	0,545	5620,508	5,781	1,661	9,604	1,832	NO
39	85,100	14,720	8,861	8,034	0,303	0,564	0,983	0,555	5721,933	5,781	1,661	9,604	1,832	NO
40	85,100	15,040	8,673	7,863	0,303	0,544	0,983	0,535	5519,084	5,658	1,734	9,813	1,913	NO
41	85,100	15,040	8,673	7,863	0,303	0,554	0,983	0,545	5620,508	5,658	1,734	9,813	1,913	NO
42	85,100	15,040	8,673	7,863	0,303	0,564	0,983	0,555	5721,933	5,658	1,734	9,813	1,913	NO
43	85,100	15,360	8,492	7,699	0,303	0,544	0,983	0,535	5519,084	5,540	1,809	10,021	1,995	NO
44	85,100	15,360	8,492	7,699	0,303	0,554	0,983	0,545	5620,508	5,540	1,809	10,021	1,995	NO
45	85,100	15,360	8,492	7,699	0,303	0,564	0,983	0,555	5721,933	5,540	1,809	10,021	1,995	NO
46	85,100	15,680	8,319	7,542	0,303	0,544	0,983	0,535	5519,084	5,427	1,885	10,230	2,079	NO
47	85,100	15,680	8,319	7,542	0,303	0,554	0,983	0,545	5620,508	5,427	1,885	10,230	2,079	NO
48	85,100	15,680	8,319	7,542	0,303	0,564	0,983	0,555	5721,933	5,427	1,885	10,230	2,079	NO
49	85,100	16,000	8,152	7,391	0,303	0,544	0,983	0,535	5519,084	5,319	1,963	10,439	2,165	NO
50	85,100	16,000	8,152	7,391	0,303	0,554	0,983	0,545	5620,508	5,319	1,963	10,439	2,165	NO
51	85,100	16,000	8,152	7,391	0,303	0,564	0,983	0,555	5721,933	5,319	1,963	10,439	2,165	NO
52	85,100	16,320	7,992	7,246	0,303	0,544	0,983	0,535	5519,084	5,214	2,042	10,648	2,252	NO
53	85,100	16,320	7,992	7,246	0,303	0,554	0,983	0,545	5620,508	5,214	2,042	10,648	2,252	NO
54	85,100	16,320	7,992	7,246	0,303	0,564	0,983	0,555	5721,933	5,214	2,042	10,648	2,252	NO
55	85,100	16,640	7,839	7,107	0,303	0,544	0,983	0,535	5519,084	5,114	2,123	10,856	2,341	NO
56	85,100	16,640	7,839	7,107	0,303	0,554	0,983	0,545	5620,508	5,114	2,123	10,856	2,341	NO

Cuaderno 1: Elección de la cifra de mérito y definición de alternativas. Selección de la más favorable.**Autor:** Miguel Ángel Castro Gómez

57	85,100	16,640	7,839	7,107	0,303	0,564	0,983	0,555	5721,933	5,114	2,123	10,856	2,341	NO
58	85,100	16,960	7,691	6,973	0,303	0,544	0,983	0,535	5519,084	5,018	2,205	11,065	2,432	NO
59	85,100	16,960	7,691	6,973	0,303	0,554	0,983	0,545	5620,508	5,018	2,205	11,065	2,432	NO
60	85,100	16,960	7,691	6,973	0,303	0,564	0,983	0,555	5721,933	5,018	2,205	11,065	2,432	NO
61	85,100	17,280	7,548	6,844	0,303	0,544	0,983	0,535	5519,084	4,925	2,289	11,274	2,525	NO
62	85,100	17,280	7,548	6,844	0,303	0,554	0,983	0,545	5620,508	4,925	2,289	11,274	2,525	NO
63	85,100	17,280	7,548	6,844	0,303	0,564	0,983	0,555	5721,933	4,925	2,289	11,274	2,525	NO
64	85,100	17,600	7,411	6,719	0,303	0,544	0,983	0,535	5519,084	4,835	2,375	11,483	2,619	NO
65	85,100	17,600	7,411	6,719	0,303	0,554	0,983	0,545	5620,508	4,835	2,375	11,483	2,619	NO
66	85,100	17,600	7,411	6,719	0,303	0,564	0,983	0,555	5721,933	4,835	2,375	11,483	2,619	NO
67	86,950	14,400	8,865	8,038	0,299	0,551	0,984	0,542	5595,331	6,038	1,624	9,808	1,792	NO
68	86,950	14,400	8,865	8,038	0,299	0,561	0,984	0,552	5696,829	6,038	1,624	9,808	1,792	NO
69	86,950	14,400	8,865	8,038	0,299	0,571	0,984	0,562	5798,327	6,038	1,624	9,808	1,792	NO
70	86,950	14,720	8,673	7,863	0,299	0,551	0,984	0,542	5595,331	5,907	1,697	10,026	1,872	NO
71	86,950	14,720	8,673	7,863	0,299	0,561	0,984	0,552	5696,829	5,907	1,697	10,026	1,872	NO
72	86,950	14,720	8,673	7,863	0,299	0,571	0,984	0,562	5798,327	5,907	1,697	10,026	1,872	NO
73	86,950	15,040	8,488	7,696	0,299	0,551	0,984	0,542	5595,331	5,781	1,772	10,244	1,954	NO
74	86,950	15,040	8,488	7,696	0,299	0,561	0,984	0,552	5696,829	5,781	1,772	10,244	1,954	NO
75	86,950	15,040	8,488	7,696	0,299	0,571	0,984	0,562	5798,327	5,781	1,772	10,244	1,954	NO
76	86,950	15,360	8,311	7,535	0,299	0,551	0,984	0,542	5595,331	5,661	1,848	10,462	2,038	NO
77	86,950	15,360	8,311	7,535	0,299	0,561	0,984	0,552	5696,829	5,661	1,848	10,462	2,038	NO
78	86,950	15,360	8,311	7,535	0,299	0,571	0,984	0,562	5798,327	5,661	1,848	10,462	2,038	NO
79	86,950	15,680	8,142	7,382	0,299	0,551	0,984	0,542	5595,331	5,545	1,926	10,680	2,124	NO
80	86,950	15,680	8,142	7,382	0,299	0,561	0,984	0,552	5696,829	5,545	1,926	10,680	2,124	NO
81	86,950	15,680	8,142	7,382	0,299	0,571	0,984	0,562	5798,327	5,545	1,926	10,680	2,124	NO
82	86,950	16,000	7,979	7,234	0,299	0,551	0,984	0,542	5595,331	5,434	2,005	10,898	2,212	NO
83	86,950	16,000	7,979	7,234	0,299	0,561	0,984	0,552	5696,829	5,434	2,005	10,898	2,212	NO
84	86,950	16,000	7,979	7,234	0,299	0,571	0,984	0,562	5798,327	5,434	2,005	10,898	2,212	NO
85	86,950	16,320	7,822	7,092	0,299	0,551	0,984	0,542	5595,331	5,328	2,086	11,116	2,301	NO
86	86,950	16,320	7,822	7,092	0,299	0,561	0,984	0,552	5696,829	5,328	2,086	11,116	2,301	NO
87	86,950	16,320	7,822	7,092	0,299	0,571	0,984	0,562	5798,327	5,328	2,086	11,116	2,301	NO
88	86,950	16,640	7,672	6,956	0,299	0,551	0,984	0,542	5595,331	5,225	2,169	11,334	2,392	SI
89	86,950	16,640	7,672	6,956	0,299	0,561	0,984	0,552	5696,829	5,225	2,169	11,334	2,392	SI
90	86,950	16,640	7,672	6,956	0,299	0,571	0,984	0,562	5798,327	5,225	2,169	11,334	2,392	SI
91	86,950	16,960	7,527	6,825	0,299	0,551	0,984	0,542	5595,331	5,127	2,253	11,552	2,485	NO
92	86,950	16,960	7,527	6,825	0,299	0,561	0,984	0,552	5696,829	5,127	2,253	11,552	2,485	NO
93	86,950	16,960	7,527	6,825	0,299	0,571	0,984	0,562	5798,327	5,127	2,253	11,552	2,485	NO
94	86,950	17,280	7,388	6,698	0,299	0,551	0,984	0,542	5595,331	5,032	2,339	11,770	2,580	NO
95	86,950	17,280	7,388	6,698	0,299	0,561	0,984	0,552	5696,829	5,032	2,339	11,770	2,580	NO
96	86,950	17,280	7,388	6,698	0,299	0,571	0,984	0,562	5798,327	5,032	2,339	11,770	2,580	NO
97	86,950	17,600	7,253	6,576	0,299	0,551	0,984	0,542	5595,331	4,940	2,426	11,988	2,676	NO
98	86,950	17,600	7,253	6,576	0,299	0,561	0,984	0,552	5696,829	4,940	2,426	11,988	2,676	NO
99	86,950	17,600	7,253	6,576	0,299	0,571	0,984	0,562	5798,327	4,940	2,426	11,988	2,676	NO
100	88,800	14,400	8,681	7,870	0,296	0,558	0,985	0,550	5669,159	6,167	1,659	10,230	1,830	NO
101	88,800	14,400	8,681	7,870	0,296	0,568	0,985	0,559	5770,725	6,167	1,659	10,230	1,830	NO

Cuaderno 1: Elección de la cifra de mérito y definición de alternativas. Selección de la más favorable.**Autor:** Miguel Ángel Castro Gómez

102	88,800	14,400	8,681	7,870	0,296	0,578	0,985	0,569	5872,291	6,167	1,659	10,230	1,830	NO
103	88,800	14,720	8,492	7,699	0,296	0,558	0,985	0,550	5669,159	6,033	1,733	10,457	1,912	NO
104	88,800	14,720	8,492	7,699	0,296	0,568	0,985	0,559	5770,725	6,033	1,733	10,457	1,912	NO
105	88,800	14,720	8,492	7,699	0,296	0,578	0,985	0,569	5872,291	6,033	1,733	10,457	1,912	NO
106	88,800	15,040	8,311	7,535	0,296	0,558	0,985	0,550	5669,159	5,904	1,810	10,684	1,996	NO
107	88,800	15,040	8,311	7,535	0,296	0,568	0,985	0,559	5770,725	5,904	1,810	10,684	1,996	NO
108	88,800	15,040	8,311	7,535	0,296	0,578	0,985	0,569	5872,291	5,904	1,810	10,684	1,996	NO
109	88,800	15,360	8,138	7,378	0,296	0,558	0,985	0,550	5669,159	5,781	1,887	10,912	2,082	NO
110	88,800	15,360	8,138	7,378	0,296	0,568	0,985	0,559	5770,725	5,781	1,887	10,912	2,082	NO
111	88,800	15,360	8,138	7,378	0,296	0,578	0,985	0,569	5872,291	5,781	1,887	10,912	2,082	NO
112	88,800	15,680	7,972	7,228	0,296	0,558	0,985	0,550	5669,159	5,663	1,967	11,139	2,169	NO
113	88,800	15,680	7,972	7,228	0,296	0,568	0,985	0,559	5770,725	5,663	1,967	11,139	2,169	NO
114	88,800	15,680	7,972	7,228	0,296	0,578	0,985	0,569	5872,291	5,663	1,967	11,139	2,169	NO
115	88,800	16,000	7,813	7,083	0,296	0,558	0,985	0,550	5669,159	5,550	2,048	11,366	2,259	NO
116	88,800	16,000	7,813	7,083	0,296	0,568	0,985	0,559	5770,725	5,550	2,048	11,366	2,259	NO
117	88,800	16,000	7,813	7,083	0,296	0,578	0,985	0,569	5872,291	5,550	2,048	11,366	2,259	NO
118	88,800	16,320	7,659	6,944	0,296	0,558	0,985	0,550	5669,159	5,441	2,131	11,594	2,350	SI
119	88,800	16,320	7,659	6,944	0,296	0,568	0,985	0,559	5770,725	5,441	2,131	11,594	2,350	SI
120	88,800	16,320	7,659	6,944	0,296	0,578	0,985	0,569	5872,291	5,441	2,131	11,594	2,350	SI
121	88,800	16,640	7,512	6,811	0,296	0,558	0,985	0,550	5669,159	5,337	2,215	11,821	2,443	NO
122	88,800	16,640	7,512	6,811	0,296	0,568	0,985	0,559	5770,725	5,337	2,215	11,821	2,443	NO
123	88,800	16,640	7,512	6,811	0,296	0,578	0,985	0,569	5872,291	5,337	2,215	11,821	2,443	NO
124	88,800	16,960	7,370	6,682	0,296	0,558	0,985	0,550	5669,159	5,236	2,301	12,048	2,538	NO
125	88,800	16,960	7,370	6,682	0,296	0,568	0,985	0,559	5770,725	5,236	2,301	12,048	2,538	NO
126	88,800	16,960	7,370	6,682	0,296	0,578	0,985	0,569	5872,291	5,236	2,301	12,048	2,538	NO
127	88,800	17,280	7,234	6,559	0,296	0,558	0,985	0,550	5669,159	5,139	2,389	12,276	2,635	NO
128	88,800	17,280	7,234	6,559	0,296	0,568	0,985	0,559	5770,725	5,139	2,389	12,276	2,635	NO
129	88,800	17,280	7,234	6,559	0,296	0,578	0,985	0,569	5872,291	5,139	2,389	12,276	2,635	NO
130	88,800	17,600	7,102	6,439	0,296	0,558	0,985	0,550	5669,159	5,045	2,478	12,503	2,733	NO
131	88,800	17,600	7,102	6,439	0,296	0,568	0,985	0,559	5770,725	5,045	2,478	12,503	2,733	NO
132	88,800	17,600	7,102	6,439	0,296	0,578	0,985	0,569	5872,291	5,045	2,478	12,503	2,733	NO
133	90,650	14,400	8,503	7,710	0,293	0,565	0,985	0,557	5740,690	6,295	1,693	10,660	1,868	NO
134	90,650	14,400	8,503	7,710	0,293	0,575	0,985	0,566	5842,320	6,295	1,693	10,660	1,868	NO
135	90,650	14,400	8,503	7,710	0,293	0,585	0,985	0,576	5943,951	6,295	1,693	10,660	1,868	NO
136	90,650	14,720	8,319	7,542	0,293	0,565	0,985	0,557	5740,690	6,158	1,770	10,897	1,952	NO
137	90,650	14,720	8,319	7,542	0,293	0,575	0,985	0,566	5842,320	6,158	1,770	10,897	1,952	NO
138	90,650	14,720	8,319	7,542	0,293	0,585	0,985	0,576	5943,951	6,158	1,770	10,897	1,952	NO
139	90,650	15,040	8,142	7,382	0,293	0,565	0,985	0,557	5740,690	6,027	1,847	11,134	2,037	NO
140	90,650	15,040	8,142	7,382	0,293	0,575	0,985	0,566	5842,320	6,027	1,847	11,134	2,037	NO
141	90,650	15,040	8,142	7,382	0,293	0,585	0,985	0,576	5943,951	6,027	1,847	11,134	2,037	NO
142	90,650	15,360	7,972	7,228	0,293	0,565	0,985	0,557	5740,690	5,902	1,927	11,371	2,125	NO
143	90,650	15,360	7,972	7,228	0,293	0,575	0,985	0,566	5842,320	5,902	1,927	11,371	2,125	NO
144	90,650	15,360	7,972	7,228	0,293	0,585	0,985	0,576	5943,951	5,902	1,927	11,371	2,125	NO
145	90,650	15,680	7,809	7,080	0,293	0,565	0,985	0,557	5740,690	5,781	2,008	11,608	2,215	NO
146	90,650	15,680	7,809	7,080	0,293	0,575	0,985	0,566	5842,320	5,781	2,008	11,608	2,215	NO

Cuaderno 1: Elección de la cifra de mérito y definición de alternativas. Selección de la más favorable.**Autor:** Miguel Ángel Castro Gómez

147	90,650	15,680	7,809	7,080	0,293	0,585	0,985	0,576	5943,951	5,781	2,008	11,608	2,215	NO
148	90,650	16,000	7,653	6,939	0,293	0,565	0,985	0,557	5740,690	5,666	2,091	11,845	2,306	SI
149	90,650	16,000	7,653	6,939	0,293	0,575	0,985	0,566	5842,320	5,666	2,091	11,845	2,306	SI
150	90,650	16,000	7,653	6,939	0,293	0,585	0,985	0,576	5943,951	5,666	2,091	11,845	2,306	SI
151	90,650	16,320	7,503	6,803	0,293	0,565	0,985	0,557	5740,690	5,555	2,175	12,082	2,399	SI
152	90,650	16,320	7,503	6,803	0,293	0,575	0,985	0,566	5842,320	5,555	2,175	12,082	2,399	SI
153	90,650	16,320	7,503	6,803	0,293	0,585	0,985	0,576	5943,951	5,555	2,175	12,082	2,399	SI
154	90,650	16,640	7,359	6,672	0,293	0,565	0,985	0,557	5740,690	5,448	2,261	12,319	2,494	NO
155	90,650	16,640	7,359	6,672	0,293	0,575	0,985	0,566	5842,320	5,448	2,261	12,319	2,494	NO
156	90,650	16,640	7,359	6,672	0,293	0,585	0,985	0,576	5943,951	5,448	2,261	12,319	2,494	NO
157	90,650	16,960	7,220	6,546	0,293	0,565	0,985	0,557	5740,690	5,345	2,349	12,556	2,591	NO
158	90,650	16,960	7,220	6,546	0,293	0,575	0,985	0,566	5842,320	5,345	2,349	12,556	2,591	NO
159	90,650	16,960	7,220	6,546	0,293	0,585	0,985	0,576	5943,951	5,345	2,349	12,556	2,591	NO
160	90,650	17,280	7,086	6,425	0,293	0,565	0,985	0,557	5740,690	5,246	2,439	12,793	2,690	NO
161	90,650	17,280	7,086	6,425	0,293	0,575	0,985	0,566	5842,320	5,246	2,439	12,793	2,690	NO
162	90,650	17,280	7,086	6,425	0,293	0,585	0,985	0,576	5943,951	5,246	2,439	12,793	2,690	NO
163	90,650	17,600	6,957	6,308	0,293	0,565	0,985	0,557	5740,690	5,151	2,530	13,029	2,790	NO
164	90,650	17,600	6,957	6,308	0,293	0,575	0,985	0,566	5842,320	5,151	2,530	13,029	2,790	NO
165	90,650	17,600	6,957	6,308	0,293	0,585	0,985	0,576	5943,951	5,151	2,530	13,029	2,790	NO
166	92,500	14,400	8,333	7,556	0,290	0,571	0,986	0,563	5810,039	6,424	1,728	11,100	1,906	NO
167	92,500	14,400	8,333	7,556	0,290	0,581	0,986	0,573	5911,730	6,424	1,728	11,100	1,906	NO
168	92,500	14,400	8,333	7,556	0,290	0,591	0,986	0,583	6013,420	6,424	1,728	11,100	1,906	NO
169	92,500	14,720	8,152	7,391	0,290	0,571	0,986	0,563	5810,039	6,284	1,806	11,347	1,992	NO
170	92,500	14,720	8,152	7,391	0,290	0,581	0,986	0,573	5911,730	6,284	1,806	11,347	1,992	NO
171	92,500	14,720	8,152	7,391	0,290	0,591	0,986	0,583	6013,420	6,284	1,806	11,347	1,992	NO
172	92,500	15,040	7,979	7,234	0,290	0,571	0,986	0,563	5810,039	6,150	1,885	11,593	2,079	NO
173	92,500	15,040	7,979	7,234	0,290	0,581	0,986	0,573	5911,730	6,150	1,885	11,593	2,079	NO
174	92,500	15,040	7,979	7,234	0,290	0,591	0,986	0,583	6013,420	6,150	1,885	11,593	2,079	NO
175	92,500	15,360	7,813	7,083	0,290	0,571	0,986	0,563	5810,039	6,022	1,966	11,840	2,168	NO
176	92,500	15,360	7,813	7,083	0,290	0,581	0,986	0,573	5911,730	6,022	1,966	11,840	2,168	NO
177	92,500	15,360	7,813	7,083	0,290	0,591	0,986	0,583	6013,420	6,022	1,966	11,840	2,168	NO
178	92,500	15,680	7,653	6,939	0,290	0,571	0,986	0,563	5810,039	5,899	2,049	12,087	2,260	NO
179	92,500	15,680	7,653	6,939	0,290	0,581	0,986	0,573	5911,730	5,899	2,049	12,087	2,260	NO
180	92,500	15,680	7,653	6,939	0,290	0,591	0,986	0,583	6013,420	5,899	2,049	12,087	2,260	NO
181	92,500	16,000	7,500	6,800	0,290	0,571	0,986	0,563	5810,039	5,781	2,133	12,333	2,353	SI
182	92,500	16,000	7,500	6,800	0,290	0,581	0,986	0,573	5911,730	5,781	2,133	12,333	2,353	SI
183	92,500	16,000	7,500	6,800	0,290	0,591	0,986	0,583	6013,420	5,781	2,133	12,333	2,353	SI
184	92,500	16,320	7,353	6,667	0,290	0,571	0,986	0,563	5810,039	5,668	2,220	12,580	2,448	NO
185	92,500	16,320	7,353	6,667	0,290	0,581	0,986	0,573	5911,730	5,668	2,220	12,580	2,448	NO
186	92,500	16,320	7,353	6,667	0,290	0,591	0,986	0,583	6013,420	5,668	2,220	12,580	2,448	NO
187	92,500	16,640	7,212	6,538	0,290	0,571	0,986	0,563	5810,039	5,559	2,307	12,827	2,545	NO
188	92,500	16,640	7,212	6,538	0,290	0,581	0,986	0,573	5911,730	5,559	2,307	12,827	2,545	NO
189	92,500	16,640	7,212	6,538	0,290	0,591	0,986	0,583	6013,420	5,559	2,307	12,827	2,545	NO
190	92,500	16,960	7,075	6,415	0,290	0,571	0,986	0,563	5810,039	5,454	2,397	13,073	2,644	NO
191	92,500	16,960	7,075	6,415	0,290	0,581	0,986	0,573	5911,730	5,454	2,397	13,073	2,644	NO

Cuaderno 1: Elección de la cifra de mérito y definición de alternativas. Selección de la más favorable.**Autor:** Miguel Ángel Castro Gómez

192	92,500	16,960	7,075	6,415	0,290	0,591	0,986	0,583	6013,420	5,454	2,397	13,073	2,644	NO
193	92,500	17,280	6,944	6,296	0,290	0,571	0,986	0,563	5810,039	5,353	2,488	13,320	2,744	NO
194	92,500	17,280	6,944	6,296	0,290	0,581	0,986	0,573	5911,730	5,353	2,488	13,320	2,744	NO
195	92,500	17,280	6,944	6,296	0,290	0,591	0,986	0,583	6013,420	5,353	2,488	13,320	2,744	NO
196	92,500	17,600	6,818	6,182	0,290	0,571	0,986	0,563	5810,039	5,256	2,581	13,567	2,847	NO
197	92,500	17,600	6,818	6,182	0,290	0,581	0,986	0,573	5911,730	5,256	2,581	13,567	2,847	NO
198	92,500	17,600	6,818	6,182	0,290	0,591	0,986	0,583	6013,420	5,256	2,581	13,567	2,847	NO
199	94,350	14,400	8,170	7,407	0,287	0,578	0,986	0,570	5877,313	6,552	1,763	11,548	1,944	NO
200	94,350	14,400	8,170	7,407	0,287	0,588	0,986	0,580	5979,060	6,552	1,763	11,548	1,944	NO
201	94,350	14,400	8,170	7,407	0,287	0,598	0,986	0,589	6080,808	6,552	1,763	11,548	1,944	NO
202	94,350	14,720	7,992	7,246	0,287	0,578	0,986	0,570	5877,313	6,410	1,842	11,805	2,031	NO
203	94,350	14,720	7,992	7,246	0,287	0,588	0,986	0,580	5979,060	6,410	1,842	11,805	2,031	NO
204	94,350	14,720	7,992	7,246	0,287	0,598	0,986	0,589	6080,808	6,410	1,842	11,805	2,031	NO
205	94,350	15,040	7,822	7,092	0,287	0,578	0,986	0,570	5877,313	6,273	1,923	12,062	2,121	NO
206	94,350	15,040	7,822	7,092	0,287	0,588	0,986	0,580	5979,060	6,273	1,923	12,062	2,121	NO
207	94,350	15,040	7,822	7,092	0,287	0,598	0,986	0,589	6080,808	6,273	1,923	12,062	2,121	NO
208	94,350	15,360	7,659	6,944	0,287	0,578	0,986	0,570	5877,313	6,143	2,005	12,318	2,212	NO
209	94,350	15,360	7,659	6,944	0,287	0,588	0,986	0,580	5979,060	6,143	2,005	12,318	2,212	NO
210	94,350	15,360	7,659	6,944	0,287	0,598	0,986	0,589	6080,808	6,143	2,005	12,318	2,212	NO
211	94,350	15,680	7,503	6,803	0,287	0,578	0,986	0,570	5877,313	6,017	2,090	12,575	2,305	SI
212	94,350	15,680	7,503	6,803	0,287	0,588	0,986	0,580	5979,060	6,017	2,090	12,575	2,305	SI
213	94,350	15,680	7,503	6,803	0,287	0,598	0,986	0,589	6080,808	6,017	2,090	12,575	2,305	SI
214	94,350	16,000	7,353	6,667	0,287	0,578	0,986	0,570	5877,313	5,897	2,176	12,832	2,400	SI
215	94,350	16,000	7,353	6,667	0,287	0,588	0,986	0,580	5979,060	5,897	2,176	12,832	2,400	SI
216	94,350	16,000	7,353	6,667	0,287	0,598	0,986	0,589	6080,808	5,897	2,176	12,832	2,400	SI
217	94,350	16,320	7,209	6,536	0,287	0,578	0,986	0,570	5877,313	5,781	2,264	13,088	2,497	NO
218	94,350	16,320	7,209	6,536	0,287	0,588	0,986	0,580	5979,060	5,781	2,264	13,088	2,497	NO
219	94,350	16,320	7,209	6,536	0,287	0,598	0,986	0,589	6080,808	5,781	2,264	13,088	2,497	NO
220	94,350	16,640	7,070	6,410	0,287	0,578	0,986	0,570	5877,313	5,670	2,354	13,345	2,596	NO
221	94,350	16,640	7,070	6,410	0,287	0,588	0,986	0,580	5979,060	5,670	2,354	13,345	2,596	NO
222	94,350	16,640	7,070	6,410	0,287	0,598	0,986	0,589	6080,808	5,670	2,354	13,345	2,596	NO
223	94,350	16,960	6,937	6,289	0,287	0,578	0,986	0,570	5877,313	5,563	2,445	13,601	2,697	NO
224	94,350	16,960	6,937	6,289	0,287	0,588	0,986	0,580	5979,060	5,563	2,445	13,601	2,697	NO
225	94,350	16,960	6,937	6,289	0,287	0,598	0,986	0,589	6080,808	5,563	2,445	13,601	2,697	NO
226	94,350	17,280	6,808	6,173	0,287	0,578	0,986	0,570	5877,313	5,460	2,538	13,858	2,799	NO
227	94,350	17,280	6,808	6,173	0,287	0,588	0,986	0,580	5979,060	5,460	2,538	13,858	2,799	NO
228	94,350	17,280	6,808	6,173	0,287	0,598	0,986	0,589	6080,808	5,460	2,538	13,858	2,799	NO
229	94,350	17,600	6,684	6,061	0,287	0,578	0,986	0,570	5877,313	5,361	2,633	14,115	2,904	NO
230	94,350	17,600	6,684	6,061	0,287	0,588	0,986	0,580	5979,060	5,361	2,633	14,115	2,904	NO
231	94,350	17,600	6,684	6,061	0,287	0,598	0,986	0,589	6080,808	5,361	2,633	14,115	2,904	NO
232	96,200	14,400	8,013	7,265	0,285	0,584	0,987	0,576	5942,611	6,681	1,797	12,006	1,982	NO
233	96,200	14,400	8,013	7,265	0,285	0,594	0,987	0,586	6044,413	6,681	1,797	12,006	1,982	NO
234	96,200	14,400	8,013	7,265	0,285	0,604	0,987	0,596	6146,214	6,681	1,797	12,006	1,982	NO
235	96,200	14,720	7,839	7,107	0,285	0,584	0,987	0,576	5942,611	6,535	1,878	12,273	2,071	NO
236	96,200	14,720	7,839	7,107	0,285	0,594	0,987	0,586	6044,413	6,535	1,878	12,273	2,071	NO

Cuaderno 1: Elección de la cifra de mérito y definición de alternativas. Selección de la más favorable.**Autor:** Miguel Ángel Castro Gómez

237	96,200	14,720	7,839	7,107	0,285	0,604	0,987	0,596	6146,214	6,535	1,878	12,273	2,071	NO
238	96,200	15,040	7,672	6,956	0,285	0,584	0,987	0,576	5942,611	6,396	1,960	12,539	2,162	NO
239	96,200	15,040	7,672	6,956	0,285	0,594	0,987	0,586	6044,413	6,396	1,960	12,539	2,162	NO
240	96,200	15,040	7,672	6,956	0,285	0,604	0,987	0,596	6146,214	6,396	1,960	12,539	2,162	NO
241	96,200	15,360	7,512	6,811	0,285	0,584	0,987	0,576	5942,611	6,263	2,045	12,806	2,255	NO
242	96,200	15,360	7,512	6,811	0,285	0,594	0,987	0,586	6044,413	6,263	2,045	12,806	2,255	NO
243	96,200	15,360	7,512	6,811	0,285	0,604	0,987	0,596	6146,214	6,263	2,045	12,806	2,255	NO
244	96,200	15,680	7,359	6,672	0,285	0,594	0,987	0,586	6044,413	6,135	2,131	13,073	2,350	NO
245	96,200	15,680	7,359	6,672	0,285	0,604	0,987	0,596	6146,214	6,135	2,131	13,073	2,350	NO
246	96,200	15,680	7,359	6,672	0,285	0,584	0,987	0,576	5942,611	6,135	2,131	13,073	2,350	NO
247	96,200	16,000	7,212	6,538	0,285	0,594	0,987	0,586	6044,413	6,013	2,219	13,340	2,447	NO
248	96,200	16,000	7,212	6,538	0,285	0,604	0,987	0,596	6146,214	6,013	2,219	13,340	2,447	NO
249	96,200	16,000	7,212	6,538	0,285	0,584	0,987	0,576	5942,611	6,013	2,219	13,340	2,447	NO
250	96,200	16,320	7,070	6,410	0,285	0,594	0,987	0,586	6044,413	5,895	2,308	13,607	2,546	NO
251	96,200	16,320	7,070	6,410	0,285	0,604	0,987	0,596	6146,214	5,895	2,308	13,607	2,546	NO
252	96,200	16,320	7,070	6,410	0,285	0,584	0,987	0,576	5942,611	5,895	2,308	13,607	2,546	NO
253	96,200	16,640	6,934	6,287	0,285	0,594	0,987	0,586	6044,413	5,781	2,400	13,873	2,647	NO
254	96,200	16,640	6,934	6,287	0,285	0,604	0,987	0,596	6146,214	5,781	2,400	13,873	2,647	NO
255	96,200	16,640	6,934	6,287	0,285	0,584	0,987	0,576	5942,611	5,781	2,400	13,873	2,647	NO
256	96,200	16,960	6,803	6,168	0,285	0,594	0,987	0,586	6044,413	5,672	2,493	14,140	2,750	NO
257	96,200	16,960	6,803	6,168	0,285	0,604	0,987	0,596	6146,214	5,672	2,493	14,140	2,750	NO
258	96,200	16,960	6,803	6,168	0,285	0,584	0,987	0,576	5942,611	5,672	2,493	14,140	2,750	NO
259	96,200	17,280	6,677	6,054	0,285	0,594	0,987	0,586	6044,413	5,567	2,588	14,407	2,854	NO
260	96,200	17,280	6,677	6,054	0,285	0,604	0,987	0,596	6146,214	5,567	2,588	14,407	2,854	NO
261	96,200	17,280	6,677	6,054	0,285	0,584	0,987	0,576	5942,611	5,567	2,588	14,407	2,854	NO
262	96,200	17,600	6,556	5,944	0,285	0,594	0,987	0,586	6044,413	5,466	2,685	14,674	2,961	NO
263	96,200	17,600	6,556	5,944	0,285	0,604	0,987	0,596	6146,214	5,466	2,685	14,674	2,961	NO
264	96,200	17,600	6,556	5,944	0,285	0,584	0,987	0,576	5942,611	5,466	2,685	14,674	2,961	NO
265	98,050	14,400	7,862	7,128	0,282	0,590	0,987	0,582	6006,029	6,809	1,832	12,472	2,020	NO
266	98,050	14,400	7,862	7,128	0,282	0,600	0,987	0,592	6107,881	6,809	1,832	12,472	2,020	NO
267	98,050	14,400	7,862	7,128	0,282	0,610	0,987	0,602	6209,732	6,809	1,832	12,472	2,020	NO
268	98,050	14,720	7,691	6,973	0,282	0,590	0,987	0,582	6006,029	6,661	1,914	12,749	2,111	NO
269	98,050	14,720	7,691	6,973	0,282	0,600	0,987	0,592	6107,881	6,661	1,914	12,749	2,111	NO
270	98,050	14,720	7,691	6,973	0,282	0,610	0,987	0,602	6209,732	6,661	1,914	12,749	2,111	NO
271	98,050	15,040	7,527	6,825	0,282	0,590	0,987	0,582	6006,029	6,519	1,998	13,026	2,204	NO
272	98,050	15,040	7,527	6,825	0,282	0,600	0,987	0,592	6107,881	6,519	1,998	13,026	2,204	NO
273	98,050	15,040	7,527	6,825	0,282	0,610	0,987	0,602	6209,732	6,519	1,998	13,026	2,204	NO
274	98,050	15,360	7,370	6,682	0,282	0,590	0,987	0,582	6006,029	6,383	2,084	13,303	2,299	NO
275	98,050	15,360	7,370	6,682	0,282	0,600	0,987	0,592	6107,881	6,383	2,084	13,303	2,299	NO
276	98,050	15,360	7,370	6,682	0,282	0,610	0,987	0,602	6209,732	6,383	2,084	13,303	2,299	NO
277	98,050	15,680	7,220	6,546	0,282	0,590	0,987	0,582	6006,029	6,253	2,172	13,581	2,395	NO
278	98,050	15,680	7,220	6,546	0,282	0,600	0,987	0,592	6107,881	6,253	2,172	13,581	2,395	NO
279	98,050	15,680	7,220	6,546	0,282	0,610	0,987	0,602	6209,732	6,253	2,172	13,581	2,395	NO
280	98,050	16,000	7,075	6,415	0,282	0,590	0,987	0,582	6006,029	6,128	2,261	13,858	2,494	NO
281	98,050	16,000	7,075	6,415	0,282	0,600	0,987	0,592	6107,881	6,128	2,261	13,858	2,494	NO

Cuaderno 1: Elección de la cifra de mérito y definición de alternativas. Selección de la más favorable.**Autor:** Miguel Ángel Castro Gómez

282	98,050	16,000	7,075	6,415	0,282	0,610	0,987	0,602	6209,732	6,128	2,261	13,858	2,494	NO
283	98,050	16,320	6,937	6,289	0,282	0,590	0,987	0,582	6006,029	6,008	2,353	14,135	2,595	NO
284	98,050	16,320	6,937	6,289	0,282	0,600	0,987	0,592	6107,881	6,008	2,353	14,135	2,595	NO
285	98,050	16,320	6,937	6,289	0,282	0,610	0,987	0,602	6209,732	6,008	2,353	14,135	2,595	NO
286	98,050	16,640	6,803	6,168	0,282	0,590	0,987	0,582	6006,029	5,892	2,446	14,412	2,698	NO
287	98,050	16,640	6,803	6,168	0,282	0,600	0,987	0,592	6107,881	5,892	2,446	14,412	2,698	NO
288	98,050	16,640	6,803	6,168	0,282	0,610	0,987	0,602	6209,732	5,892	2,446	14,412	2,698	NO
289	98,050	16,960	6,675	6,052	0,282	0,590	0,987	0,582	6006,029	5,781	2,541	14,689	2,802	NO
290	98,050	16,960	6,675	6,052	0,282	0,600	0,987	0,592	6107,881	5,781	2,541	14,689	2,802	NO
291	98,050	16,960	6,675	6,052	0,282	0,610	0,987	0,602	6209,732	5,781	2,541	14,689	2,802	NO
292	98,050	17,280	6,551	5,940	0,282	0,590	0,987	0,582	6006,029	5,674	2,638	14,966	2,909	NO
293	98,050	17,280	6,551	5,940	0,282	0,600	0,987	0,592	6107,881	5,674	2,638	14,966	2,909	NO
294	98,050	17,280	6,551	5,940	0,282	0,610	0,987	0,602	6209,732	5,674	2,638	14,966	2,909	NO
295	98,050	17,600	6,432	5,832	0,282	0,590	0,987	0,582	6006,029	5,571	2,736	15,244	3,018	NO
296	98,050	17,600	6,432	5,832	0,282	0,600	0,987	0,592	6107,881	5,571	2,736	15,244	3,018	NO
297	98,050	17,600	6,432	5,832	0,282	0,610	0,987	0,602	6209,732	5,571	2,736	15,244	3,018	NO
298	99,900	14,400	7,716	6,996	0,279	0,595	0,988	0,588	6067,652	6,938	1,866	12,947	2,058	NO
299	99,900	14,400	7,716	6,996	0,279	0,605	0,988	0,598	6169,552	6,938	1,866	12,947	2,058	NO
300	99,900	14,400	7,716	6,996	0,279	0,615	0,988	0,608	6271,451	6,938	1,866	12,947	2,058	NO
301	99,900	14,720	7,548	6,844	0,279	0,595	0,988	0,588	6067,652	6,787	1,950	13,235	2,151	NO
302	99,900	14,720	7,548	6,844	0,279	0,605	0,988	0,598	6169,552	6,787	1,950	13,235	2,151	NO
303	99,900	14,720	7,548	6,844	0,279	0,615	0,988	0,608	6271,451	6,787	1,950	13,235	2,151	NO
304	99,900	15,040	7,388	6,698	0,279	0,595	0,988	0,588	6067,652	6,642	2,036	13,522	2,245	NO
305	99,900	15,040	7,388	6,698	0,279	0,605	0,988	0,598	6169,552	6,642	2,036	13,522	2,245	NO
306	99,900	15,040	7,388	6,698	0,279	0,615	0,988	0,608	6271,451	6,642	2,036	13,522	2,245	NO
307	99,900	15,360	7,234	6,559	0,279	0,595	0,988	0,588	6067,652	6,504	2,123	13,810	2,342	NO
308	99,900	15,360	7,234	6,559	0,279	0,605	0,988	0,598	6169,552	6,504	2,123	13,810	2,342	NO
309	99,900	15,360	7,234	6,559	0,279	0,615	0,988	0,608	6271,451	6,504	2,123	13,810	2,342	NO
310	99,900	15,680	7,086	6,425	0,279	0,595	0,988	0,588	6067,652	6,371	2,213	14,098	2,441	NO
311	99,900	15,680	7,086	6,425	0,279	0,605	0,988	0,598	6169,552	6,371	2,213	14,098	2,441	NO
312	99,900	15,680	7,086	6,425	0,279	0,615	0,988	0,608	6271,451	6,371	2,213	14,098	2,441	NO
313	99,900	16,000	6,944	6,296	0,279	0,595	0,988	0,588	6067,652	6,244	2,304	14,386	2,541	NO
314	99,900	16,000	6,944	6,296	0,279	0,605	0,988	0,598	6169,552	6,244	2,304	14,386	2,541	NO
315	99,900	16,000	6,944	6,296	0,279	0,615	0,988	0,608	6271,451	6,244	2,304	14,386	2,541	NO
316	99,900	16,320	6,808	6,173	0,279	0,595	0,988	0,588	6067,652	6,121	2,397	14,673	2,644	NO
317	99,900	16,320	6,808	6,173	0,279	0,605	0,988	0,598	6169,552	6,121	2,397	14,673	2,644	NO
318	99,900	16,320	6,808	6,173	0,279	0,615	0,988	0,608	6271,451	6,121	2,397	14,673	2,644	NO
319	99,900	16,640	6,677	6,054	0,279	0,595	0,988	0,588	6067,652	6,004	2,492	14,961	2,749	NO
320	99,900	16,640	6,677	6,054	0,279	0,605	0,988	0,598	6169,552	6,004	2,492	14,961	2,749	NO
321	99,900	16,640	6,677	6,054	0,279	0,615	0,988	0,608	6271,451	6,004	2,492	14,961	2,749	NO
322	99,900	16,960	6,551	5,940	0,279	0,595	0,988	0,588	6067,652	5,890	2,589	15,249	2,855	NO
323	99,900	16,960	6,551	5,940	0,279	0,605	0,988	0,598	6169,552	5,890	2,589	15,249	2,855	NO
324	99,900	16,960	6,551	5,940	0,279	0,615	0,988	0,608	6271,451	5,890	2,589	15,249	2,855	NO
325	99,900	17,280	6,430	5,830	0,279	0,595	0,988	0,588	6067,652	5,781	2,687	15,536	2,964	NO
326	99,900	17,280	6,430	5,830	0,279	0,605	0,988	0,598	6169,552	5,781	2,687	15,536	2,964	NO

Cuaderno 1: Elección de la cifra de mérito y definición de alternativas. Selección de la más favorable.**Autor:** Miguel Ángel Castro Gómez

327	99,900	17,280	6,430	5,830	0,279	0,615	0,988	0,608	6271,451	5,781	2,687	15,536	2,964	NO
328	99,900	17,600	6,313	5,724	0,279	0,595	0,988	0,588	6067,652	5,676	2,788	15,824	3,075	NO
329	99,900	17,600	6,313	5,724	0,279	0,605	0,988	0,598	6169,552	5,676	2,788	15,824	3,075	NO
330	99,900	17,600	6,313	5,724	0,279	0,615	0,988	0,608	6271,451	5,676	2,788	15,824	3,075	NO
331	101,750	14,400	7,576	6,869	0,277	0,601	0,988	0,594	6127,563	7,066	1,901	13,431	2,096	NO
332	101,750	14,400	7,576	6,869	0,277	0,611	0,988	0,604	6229,508	7,066	1,901	13,431	2,096	NO
333	101,750	14,400	7,576	6,869	0,277	0,621	0,988	0,614	6331,453	7,066	1,901	13,431	2,096	NO
334	101,750	14,720	7,411	6,719	0,277	0,601	0,988	0,594	6127,563	6,912	1,986	13,729	2,191	NO
335	101,750	14,720	7,411	6,719	0,277	0,611	0,988	0,604	6229,508	6,912	1,986	13,729	2,191	NO
336	101,750	14,720	7,411	6,719	0,277	0,621	0,988	0,614	6331,453	6,912	1,986	13,729	2,191	NO
337	101,750	15,040	7,253	6,576	0,277	0,601	0,988	0,594	6127,563	6,765	2,074	14,028	2,287	NO
338	101,750	15,040	7,253	6,576	0,277	0,611	0,988	0,604	6229,508	6,765	2,074	14,028	2,287	NO
339	101,750	15,040	7,253	6,576	0,277	0,621	0,988	0,614	6331,453	6,765	2,074	14,028	2,287	NO
340	101,750	15,360	7,102	6,439	0,277	0,601	0,988	0,594	6127,563	6,624	2,163	14,326	2,385	NO
341	101,750	15,360	7,102	6,439	0,277	0,611	0,988	0,604	6229,508	6,624	2,163	14,326	2,385	NO
342	101,750	15,360	7,102	6,439	0,277	0,621	0,988	0,614	6331,453	6,624	2,163	14,326	2,385	NO
343	101,750	15,680	6,957	6,308	0,277	0,601	0,988	0,594	6127,563	6,489	2,254	14,625	2,486	NO
344	101,750	15,680	6,957	6,308	0,277	0,611	0,988	0,604	6229,508	6,489	2,254	14,625	2,486	NO
345	101,750	15,680	6,957	6,308	0,277	0,621	0,988	0,614	6331,453	6,489	2,254	14,625	2,486	NO
346	101,750	16,000	6,818	6,182	0,277	0,601	0,988	0,594	6127,563	6,359	2,347	14,923	2,588	NO
347	101,750	16,000	6,818	6,182	0,277	0,611	0,988	0,604	6229,508	6,359	2,347	14,923	2,588	NO
348	101,750	16,000	6,818	6,182	0,277	0,621	0,988	0,614	6331,453	6,359	2,347	14,923	2,588	NO
349	101,750	16,320	6,684	6,061	0,277	0,601	0,988	0,594	6127,563	6,235	2,441	15,222	2,693	NO
350	101,750	16,320	6,684	6,061	0,277	0,611	0,988	0,604	6229,508	6,235	2,441	15,222	2,693	NO
351	101,750	16,320	6,684	6,061	0,277	0,621	0,988	0,614	6331,453	6,235	2,441	15,222	2,693	NO
352	101,750	16,640	6,556	5,944	0,277	0,601	0,988	0,594	6127,563	6,115	2,538	15,520	2,799	NO
353	101,750	16,640	6,556	5,944	0,277	0,611	0,988	0,604	6229,508	6,115	2,538	15,520	2,799	NO
354	101,750	16,640	6,556	5,944	0,277	0,621	0,988	0,614	6331,453	6,115	2,538	15,520	2,799	NO
355	101,750	16,960	6,432	5,832	0,277	0,601	0,988	0,594	6127,563	5,999	2,637	15,819	2,908	NO
356	101,750	16,960	6,432	5,832	0,277	0,611	0,988	0,604	6229,508	5,999	2,637	15,819	2,908	NO
357	101,750	16,960	6,432	5,832	0,277	0,621	0,988	0,614	6331,453	5,999	2,637	15,819	2,908	NO
358	101,750	17,280	6,313	5,724	0,277	0,601	0,988	0,594	6127,563	5,888	2,737	16,117	3,019	NO
359	101,750	17,280	6,313	5,724	0,277	0,611	0,988	0,604	6229,508	5,888	2,737	16,117	3,019	NO
360	101,750	17,280	6,313	5,724	0,277	0,621	0,988	0,614	6331,453	5,888	2,737	16,117	3,019	NO
361	101,750	17,600	6,198	5,620	0,277	0,601	0,988	0,594	6127,563	5,781	2,839	16,416	3,132	NO
362	101,750	17,600	6,198	5,620	0,277	0,611	0,988	0,604	6229,508	5,781	2,839	16,416	3,132	NO
363	101,750	17,600	6,198	5,620	0,277	0,621	0,988	0,614	6331,453	5,781	2,839	16,416	3,132	NO

Eliminando aquellas alternativas que no cumplen los criterios, se reducen las alternativas a las 21 que se presentan a continuación:

Nº	L_i	B_{ij}	D_{ij}	T_{ij}	F_{n_i}	$C_{p_{ik}}$	C_{m_i}	$C_{b_{ik}}$	Δ_{ijk}	L/B	B/D	L/D	B/T
88	86,950	16,640	7,672	6,956	0,299	0,551	0,984	0,542	5595,331	5,225	2,169	11,334	2,392
89	86,950	16,640	7,672	6,956	0,299	0,561	0,984	0,552	5696,829	5,225	2,169	11,334	2,392

90	86,950	16,640	7,672	6,956	0,299	0,571	0,984	0,562	5798,327	5,225	2,169	11,334	2,392
118	88,800	16,320	7,659	6,944	0,296	0,558	0,985	0,550	5669,159	5,441	2,131	11,594	2,350
119	88,800	16,320	7,659	6,944	0,296	0,568	0,985	0,559	5770,725	5,441	2,131	11,594	2,350
120	88,800	16,320	7,659	6,944	0,296	0,578	0,985	0,569	5872,291	5,441	2,131	11,594	2,350
148	90,650	16,000	7,653	6,939	0,293	0,565	0,985	0,557	5740,690	5,666	2,091	11,845	2,306
149	90,650	16,000	7,653	6,939	0,293	0,575	0,985	0,566	5842,320	5,666	2,091	11,845	2,306
150	90,650	16,000	7,653	6,939	0,293	0,585	0,985	0,576	5943,951	5,666	2,091	11,845	2,306
151	90,650	16,320	7,503	6,803	0,293	0,565	0,985	0,557	5740,690	5,555	2,175	12,082	2,399
152	90,650	16,320	7,503	6,803	0,293	0,575	0,985	0,566	5842,320	5,555	2,175	12,082	2,399
153	90,650	16,320	7,503	6,803	0,293	0,585	0,985	0,576	5943,951	5,555	2,175	12,082	2,399
181	92,500	16,000	7,500	6,800	0,290	0,571	0,986	0,563	5810,039	5,781	2,133	12,333	2,353
182	92,500	16,000	7,500	6,800	0,290	0,581	0,986	0,573	5911,730	5,781	2,133	12,333	2,353
183	92,500	16,000	7,500	6,800	0,290	0,591	0,986	0,583	6013,420	5,781	2,133	12,333	2,353
211	94,350	15,680	7,503	6,803	0,287	0,578	0,986	0,570	5877,313	6,017	2,090	12,575	2,305
212	94,350	15,680	7,503	6,803	0,287	0,588	0,986	0,580	5979,060	6,017	2,090	12,575	2,305
213	94,350	15,680	7,503	6,803	0,287	0,598	0,986	0,589	6080,808	6,017	2,090	12,575	2,305
214	94,350	16,000	7,353	6,667	0,287	0,578	0,986	0,570	5877,313	5,897	2,176	12,832	2,400
215	94,350	16,000	7,353	6,667	0,287	0,588	0,986	0,580	5979,060	5,897	2,176	12,832	2,400
216	94,350	16,000	7,353	6,667	0,287	0,598	0,986	0,589	6080,808	5,897	2,176	12,832	2,400

7.4 Determinación de la cifra de mérito:

Continuando con el objetivo de determinar las dimensiones del buque proyecto, y como se ha dicho anteriormente, tomaremos como criterio para el cálculo de la cifra de mérito el coste de construcción mínimo.

Una vez descartadas aquellas alternativas que no cumplen con las exigencias técnicas que se pueden comprobar en esta fase del proyecto, hay que calcular para cada una de aquellas que sí que las cumplen el valor del coste de construcción.

Tomaremos como referencia el coste de una alternativa base y se calcularán las diferencias de coste del resto de las opciones respecto a esta, según la siguiente fórmula:

$$d(M)_{ijk} = cs \cdot d(PS)_{ijk} + cq \cdot d(BKW)_{ijk} + cr \cdot d(PER)_{ijk}$$

Siendo:

- $cs \rightarrow$ Coeficiente de coste de la estructura montada.
- $d(PS)_{ijk} \rightarrow$ Incremento de peso estructural entre cada opción y la alternativa base:

$$d(PS)_{ijk} = PS_{ijk} - PS_0$$
- $cq \rightarrow$ Coeficiente de coste de la maquinaria.
- $d(BKW)_{ijk} \rightarrow$ Incremento de potencia en entre cada opción y la alternativa base:

$$d(BKW)_{ijk} = BKW_{ijk} - BKW_0$$
- $cr \rightarrow$ Coeficiente de coste del equipo restante.

- **d(PER)_{ijk}** → Incremento de pesos del resto de equipos:
$$d(PER)_{ijk} = PE_{Rijk} - PER_0$$

7.4.1 Coeficiente de coste de la estructura (cs):

Se obtiene utilizando la siguiente fórmula (donde el primer sumando representa el coste de los materiales y el segundo sumando el coste del montaje de estos):

$$cs = ccs \cdot cas \cdot cem \cdot ps + chm \cdot csh$$

Siendo:

- **ccs** → Coeficiente de coste ponderado de chapas y perfiles de las distintas calidades de acero. Se encuentra en un rango entre 1,05 y 1,10. En este caso tomaremos el valor de 1,10.
- **cas** → Coeficiente de aprovechamiento de acero. Oscila entre 1,08 y 1,15. Se toma el valor de 1,15.
- **cem** → Coeficiente de incremento por equipo metálico. Dicho coeficiente está entre 1,03 y 1,10. Se tomará en este caso el valor de 1,10.
- **ps** → Precio unitario del acero de referencia: 450 €/Tn.
- **chm** → Coste horario medio del astillero, suele estar entre 25 y 40 €/hora. En este caso tomaremos un valor medio, 30€/hora.
- **csh** → Coeficiente de horas por unidad de peso o productividad del astillero. Suele oscilar entre 20 y 100 h/Tn. Se tomará también un valor medio 50h/Tn.

$$cs = 1,10 \cdot 1,15 \cdot 1,10 \cdot 450 + 30 \cdot 50 \rightarrow cs = 2.126,18 \text{ €/Tn.}$$

7.4.2 Coeficiente de coste de la maquinaria (cq):

Representa el coste por unidad de potencia de los equipos de propulsión y auxiliares. Se estima en:

$$cq = 350 \text{ €/KW.}$$

7.4.3 Coeficiente de coste del equipo restante (cr):

Cuyo valor se obtiene de:

$$cr = cpe \cdot cs$$

Siendo:

- **cpe** → Coeficiente de comparación del coste del equipo restante con el coste del acero. Su valor oscila entre 1,25 y 1,50, siendo el valor a utilizar el valor medio 1,35.
- **cs** → Coeficiente de coste de la estructura de acero montada. Calculado anteriormente toma un valor de 2.126,18 €/Tn.

$$cr = 1,35 \cdot 2126,18 = 2.870,34 \text{ €/Tn.}$$

7.4.4 Incremento del peso de la estructura (dPS):

Se calculará el peso de la estructura (en toneladas) para cada una de las alternativas válidas utilizando la siguiente fórmula:

$$PS_{ijk} = 1.000 \cdot \left(\frac{L_i}{10}\right)^{1,3761} \cdot \left(\frac{B_{ij} \cdot D_{ij}}{100}\right)^{0,74495} \cdot (0,054244 - 0,0116919 \cdot C_{Bijk})$$

7.4.5 Incremento de potencia (dBKW):

Para conocer el incremento, se calcula la potencia de cada alternativa y la de la alternativa de partida y se restan ambas, dando el valor en KW.

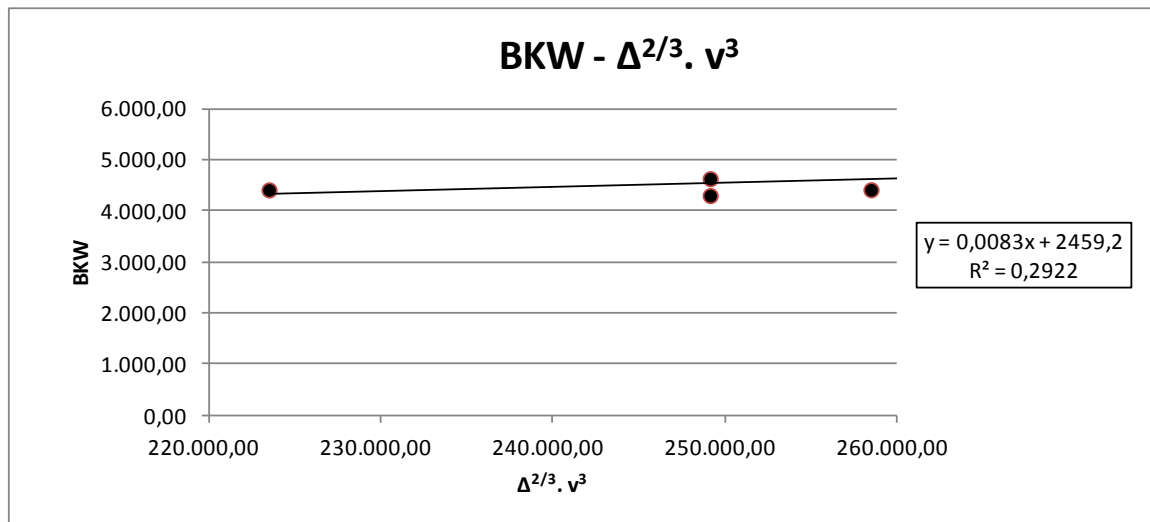
El cálculo de la potencia se realiza mediante la fórmula de Almirantazgo, pero como dicha expresión sólo es válida para velocidades de buques muy similares, se utilizarán aquellos buques de la base de datos cuya velocidad de servicio sea 17 nudos, es decir, el Intertuna tres, el Albacora Uno, el Panamá Tuna, el Artza y el Albatún tres.

Fórmula de Almirantazgo: $Pot (KW) = k \cdot (1,025 \cdot L \cdot B \cdot T \cdot C_B)^{2/3} \cdot v^3$

Como se puede comprobar, en la fórmula del Almirantazgo se utiliza el coeficiente de bloque (C_B) cuyo valor no está calculado en la base de datos por ser un dato que no se proporciona en las referencias, es por esto que lo tendremos que calcular a continuación. Para ello se aplicará la fórmula de Van Lammeren para pesqueros:

$$C_B = 1,137 - 0,6 \cdot \frac{V_s}{\sqrt{1,015 \cdot L_{pp}}}$$

Nº	Buque	Lpp (m)	B (m)	Tm (m)	Vs (Kn)	Cb	BKW	$\Delta^{2/3} \cdot v^3$
1	Intertuna tres	100,60	16,60	6,80	17,00	0,62	4.632,35	249.127,41
2	Albacora Uno	91,00	16,20	6,84	17,00	0,59	4.411,76	223.473,86
5	Panamá Tuna	100,60	16,60	6,80	17,00	0,62	4.301,47	249.127,41
7	Artza	94,00	16,50	6,90	17,70	0,58	4.415,00	258.478,61
10	Albatún tres	100,60	16,60	7,50	17,00	0,62	4.923,53	265.943,73



De la gráfica obtenemos una recta de regresión con la que se calcularán la potencia de la alternativa inicial (BKW_0) y la del resto de alternativas (BKW_{ijk}):

$$Pot (KW) = 0,0083 \cdot (1,025 \cdot L \cdot B \cdot T \cdot C_B)^{2/3} \cdot v^3 + 2.459,2$$

7.4.6 Incremento de peso de los equipos restantes (dPER):

El peso del resto de equipos del barco (exceptuando el motor propulsor y sus auxiliares) se estima en función de las dimensiones principales del buque con la siguiente fórmula:

$$PER_{ijk} = 0,045 \cdot L_i^{1,3} \cdot B_{ij}^{0,8} \cdot D_{ij}^{0,3}$$

Calcularemos dPER (diferencia de pesos) como la resta del peso de cada alternativa menos la del peso de la opción inicial (calculada con esta misma fórmula).

7.4.7 Cálculos:

Primero se calcularán los valores para la alternativa inicial, puesto que se necesitan para cálculos posteriores.

Alternativa inicial							
	Lpp (m)	B (m)	Dprinc (m)	Dsup (m)	T (m)	Lt (m)	
	92,5	16,00	7,50	10,10	6,80	107,00	
CB ₀	cs	cq	cr	PS ₀	BKW ₀	PER ₀	Vs (Kn)
0,60	2126,18	350,00	2.870,34	1.156,60	4.320,91	272,28	17,00

Eliminando de las 21 alternativas presentadas en el apartado 7.3, aquellas que a efectos de estos cálculos son iguales, reducimos la lista a 7 alternativas, para cada una de las cuales se obtienen los siguientes valores:

Alternativa	Lpp (m)	B (m)	Dprinc (m)	CB ₀	PS _{ijk}	d(PS) _{ijk}	PER _{ijk}	d(PER) _{ijk}	BKW _{ijk}	d(BKW) _{ijk}	d(M) _{ijk}
Inicial	92,50	16,00	7,50	0,60	1156,60	-	272,28	-	4320,91	-	-
88	86,95	16,64	7,67	0,58	1116,99	39,62	261,01	11,27	4.257,91	-63,01	94.525,84
118	88,80	16,32	7,66	0,58	1130,30	26,31	263,99	8,29	4.271,99	-48,93	62.603,76
148	90,65	16,00	7,65	0,59	1143,50	13,10	266,83	5,45	4.284,68	-36,23	30.807,10
151	90,65	16,32	7,50	0,59	1143,50	13,10	269,49	2,79	4.308,94	-11,97	31.676,83
181	92,50	16,00	7,50	0,60	1156,60	0,00	272,28	0,00	4.320,91	0,00	0,00
211	94,35	15,68	7,50	0,60	1169,60	-13,00	274,93	-2,65	4.331,52	10,60	-31.550,71
214	94,35	16,00	7,35	0,60	1169,60	-13,00	277,72	-5,45	4.356,90	35,99	-30.676,80

7.5 Elección de la alternativa:

7.5.1 Determinación final de las dimensiones y coeficientes de A. Naval:

De todas las alternativas, la 211 es la de menor coste de construcción (por lo que será la elegida). Se variarán ligeramente las cifras para obtener valores más exactos que faciliten la posterior construcción.

Dimensiones de la opción final:

Lpp = 94,50 m	Fn = 0,287
B = 15,60 m	Cp = 0,613
D _{princ} = 7,50 m	Cm = 0,966
D _{sup} = 10,10 m	Cb = 0,592
Tm = 6,80 m	Cf = 0,768

Dado que la eslora total es una dimensión fundamental y no la extraemos del procedimiento de cálculo que acabamos de realizar, la determinaremos como sigue:

Eslora total (Lt):

Conoceremos dicho valor a partir de la ecuación de la recta de regresión Lt-Lpp que calculamos en el apartado 5.3.2 del presente cuaderno:

$$Lt = 1,0572 \cdot Lpp + 9,2557 \text{ y } Lpp = 94,50 \rightarrow Lt = 109,16 \text{ m} \approx 109,00 \text{ m}$$

Al modificar las dimensiones principales, se volverán a calcular los coeficientes adimensionales de la siguiente forma para dar con valores más fiables:

Coefficiente de bloque (Cb):

- Coeficiente de bloque por Van Lammeren:

$$C_B = 1,137 - 0,6 \cdot \frac{V_s}{\sqrt{1,015 \cdot L_{pp}}} \rightarrow C_{B1} = 0,601$$

- Coeficiente de bloque por P. S. Katsoulis:

$$C_B = k \cdot f \cdot L_{pp}^a \cdot B^b \cdot T^c \cdot v^d \rightarrow C_{B2} = 0,577$$

Donde: $k = 0,81$, $f = 0,99$, $a = 0,42$, $b = -0,3072$, $c = 0,1721$, $d = -0,6135$

- Coeficiente de bloque por Munro-Smith:

$$C_B = 1 - 0,23 \cdot \frac{v}{\sqrt{L_{pp}}} \rightarrow C_{B3} = 0,598$$

El coeficiente de bloque final lo calcularemos como la media de los tres valores obtenidos anteriormente:

$$C_B = \frac{C_{B1} + C_{B2} + C_{B3}}{3} = \frac{0,601 + 0,577 + 0,598}{3} \rightarrow C_B = 0,592$$

Coefficiente de la maestra (Cm):

- Coeficiente de la maestra por Van Lammeren:

$$C_m = 0,9 + 0,1 \cdot C_b \rightarrow C_{m1} = 0,959$$

- Coeficiente de la maestra por Kerlen:

$$C_m = 1,006 - 0,0056 \cdot C_b^{-3,56} \rightarrow C_{m2} = 0,989$$

- Coeficiente de la maestra por Hsva-Linienatlas:

$$C_m = 1/(1+(1-C_b)^{3,5}) \rightarrow C_{m3} = 0,958$$

- Coeficiente de la maestra por Schneekluth y Murray:

$$C_m = 1 - 2 \cdot Fn^4 \text{ para números de Froude entre } 0 \text{ y } 0,5 \rightarrow C_{m4} = 0,986$$

El coeficiente de la maestra obtenido, se calculará como la media de los 4 calculados anteriormente:

$$C_m = \frac{C_{m1} + C_{m2} + C_{m3} + C_{m4}}{4} = \frac{0,959 + 0,989 + 0,958 + 0,956}{4} \rightarrow C_m = 0,966$$

Coeficiente prismático (Cp):

- Coeficiente prismático se obtiene a partir de la siguiente relación:

$$C_p = C_b / C_m \rightarrow C_p = 0,592 / 0,966 \rightarrow C_p = 0,613$$

Coeficiente de flotación (Cf):

Se obtendrá realizando la media de las siguientes tres expresiones:

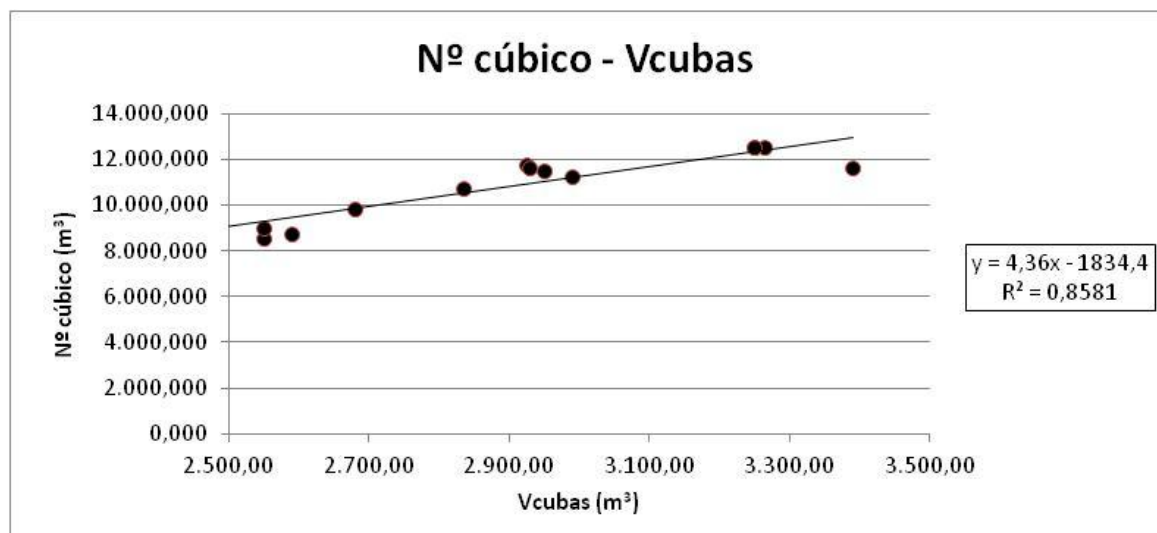
- $C_f = 1 - 0,3 \cdot (1 - C_p) \rightarrow C_{f1} = 0,884$
- $C_f = C_m \cdot C_p + 0,1 \rightarrow C_{f2} = 0,692$
- $C_f = 1/3 + (2/3) \cdot C_m \cdot C_p \rightarrow C_{f3} = 0,728$

El coeficiente de flotación será por tanto:

$$C_f = \frac{C_{f1} + C_{f2} + C_{f3}}{3} = \frac{0,884 + 0,692 + 0,728}{3} \rightarrow C_f = 0,768$$

7.5.2 Comprobación de la capacidad de carga:

Como se han modificado las dimensiones, es necesario comprobar que con las nuevas se cumple con el volumen de cubas para carga de 2.950 m^3 establecido en los RPA.



$$N^{\circ} \text{ cúbico} = L_{pp} \cdot B \cdot D_{princ} ; L_{pp} = 94,50 \text{ m}, B = 15,60 \text{ m y } D_{princ} = 7,50 \rightarrow N^{\circ} \text{ cúbico} = 11.056,5$$

$$N^{\circ} \text{ cúbico} = 4,36 \cdot V_{cubas} - 1.834,4 \rightarrow V_{cubas} = 2.956,63 \text{ m}^3 \approx 2.950 \text{ m}^3$$

Como el valor obtenido de volumen de cubas es muy similar y superior, las nuevas dimensiones cumplen con los RPA y se dan por válidas. Este volumen se dividirá en 24 cubas, tal como se vió en el apartado 5.7 en el dimensionamiento preliminar.

7.5.3 Cálculo aproximado de la potencia necesaria:

El cálculo de la potencia necesaria se realizará de forma aproximada con la fórmula del Almirantazgo anteriormente definida:

$$\text{Fórmula de Almirantazgo: } \text{Pot (KW)} = k \cdot (1,025 \cdot L \cdot B \cdot T \cdot C_B)^{2/3} \cdot v^3$$

Procediendo de la misma forma que en el apartado 7.4.5 obtendremos la potencia necesaria aproximada para el atunero (con las dimensiones finales ya establecidas):

$$\text{Pot (KW)} = 0,0083 \cdot (1,025 \cdot L \cdot B \cdot T \cdot C_B)^{2/3} \cdot v^3 + 2459,2$$

Siendo:

- $L = 94,50 \text{ m}$
- $B = 15,60 \text{ m}$
- $T = 6,80 \text{ m}$
- $C_B = 0,592$
- $v = 17 \text{ nudos}$

$$\text{Pot (KW)} = 0,0083 \cdot (1,025 \cdot 94,50 \cdot 15,60 \cdot 6,80 \cdot 0,592)^{2/3} \cdot (17 \cdot 0,5144)^3 + 2459,2$$

$$\text{Pot (KW)} = 4.308,76 \text{ KW} \approx 4.300 \text{ KW}$$

8 ESTIMACIÓN DE PESOS:

8.1 Peso en rosca (PR):

8.1.1 Peso del acero (PS):

Se puede calcular como:

$$PS = 1.000 \cdot \left(\frac{L}{10}\right)^{1,367} \cdot \left(\frac{B \cdot D}{100}\right)^{0,74495} \cdot (0,05244 - 0,0116919 \cdot C_B)$$

$$PS = 1.000 \cdot \left(\frac{94,50}{10}\right)^{1,367} \cdot \left(\frac{15,60 \cdot 10,10}{100}\right)^{0,74495} \cdot (0,054244 - 0,0116919 \cdot 0,592) \rightarrow$$

$$PS = 1.430,77 \text{ Tn}$$

8.1.2 Peso de la maquinaria (PMAQ):

Se obtiene de la potencia del motor principal en KW, de la cual se ha hecho una estimación en el apartado 7.5.3:

$$PMAQ = \frac{BKW \cdot (895 - 0,0025 \cdot BKW)}{10000} = \frac{4308,76 \cdot (895 - 0,0025 \cdot 4308,76)}{10000} \rightarrow PMAQ = 380,99 \text{ Tn}$$

8.1.3 Peso del equipo restante y habilitación (PER):

En una primera aproximación se puede calcular como:

$$PER = 0,045 \cdot L^{1,3} \cdot B^{0,8} \cdot D^{0,3} = 0,045 \cdot 94,50^{1,3} \cdot 15,60^{0,8} \cdot 10,10^{0,3} \rightarrow$$

$$PER = 299,96 \text{ Tn}$$

8.1.4 Resultado final del Peso en rosca (PR):

El peso en rosca será por lo tanto:

$$PR = PS + PMAQ + PER = 1.430,77 + 380,99 + 299,96 = 2.111,72 \text{ Tn}$$

Se considera un margen de error del 10% por aproximaciones en los cálculos, por tanto:

$$PR = 2.322,89 \text{ Tn} \approx 2.350 \text{ Tn}$$

8.2 Peso muerto (PM):

8.2.1 Carga útil (CU):

Se considera carga útil a la carga que se almacena en las cubas de congelación con un volumen de 2.950 m³. Se considerará un factor de estiba de 0,7 Tn/m³ con una condición de carga del 100%. Por tanto la carga útil tomará un valor de:

$$CU = 0,7 \cdot 2.950 \rightarrow CU = 2.065 \text{ Tn}$$

8.2.2 Peso de la tripulación ($P_{TRIPULACIÓN}$):

Se estimará el peso de cada tripulante en 150 Kg, y dado que la tripulación del barco está compuesta por 32 personas, el peso total de la tripulación asciende a aproximadamente 5Tn (4,8 Tn).

$$P_{TRIPULACIÓN} = N^{\circ}_{TRIPULANTES} \cdot P_{TRIPULANTE} = 32 \cdot 150 = 4.800 \text{ Kg} = 4,8 \text{ Tn} \approx 5 \text{ Tn}.$$

$$P_{TRIPULACIÓN} = 5 \text{ Tn}$$

8.2.3 Peso de pertrechos ($P_{PERTRECHOS}$):

Como peso de pertrechos se incluirán el peso de dos speed boats, el peso de dos redes para la pesca y el peso de la panga:

$$\text{Peso de los speed boats} = 2 \cdot 650 \text{ Kg} = 1.300 \text{ Kg} = 1,3 \text{ Tn}$$

$$\text{Peso de las redes} = 2 \cdot 40 \text{ Tn} = 80 \text{ Tn}$$

$$\text{Peso de la panga} = 20 \text{ Tn}$$

$$\text{Peso total de pertrechos} = 1,3 + 80 + 20 \rightarrow P_{PERTRECHOS} = 101,3 \text{ Tn}$$

8.2.4 Consumos ($P_{CONSUMOS}$):

Para el dimensionado aproximado de los tanques de consumos se ha partido de una autonomía de 30 días. Las condiciones de carga a considerar serán: un 35% de consumos y el tanque estabilizador al 80%. Los pesos para esta situación serán:

- **Combustible** → El cálculo del volumen de los tanques de combustible se realiza en función del consumo por KW de un motor de aproximadamente 4.300 KW, que ronda los 181,5 gr/KW·h, y de la autonomía definida (30 días, 720 horas). Obtenemos por tanto un peso de combustible de 561,92 Tn, que ocupará un volumen de 675,39 m³. Como se puede suponer este peso es una aproximación, puesto que sólo incluye el combustible del motor principal (que es el único que con los cálculos realizados hasta el momento se puede estimar). A este combustible habría que añadirle el necesario para los motores auxiliares. Estos barcos tienen una capacidad máxima de combustible de unos 1.000 m³, por lo que con estos datos tenemos suficiente margen para hacer frente al volumen del combustible de los motores auxiliares.

$$P_{COMBUSTIBLE} = \frac{\text{Consumo [g/kW h]} \cdot \text{Potencia del motor [kW]} \cdot \text{Autonomía [h]}}{10^6} \\ = \frac{181,5 \text{ [g/Kw h]} \cdot 4300 \text{ [kW]} \cdot 720 \text{ [h]}}{10^6}$$

$$P_{COMBUSTIBLE} = 561,92 \text{ Tn}$$

$$\text{Vol}_{COMBUSTIBLE} = \frac{P_{COMBUSTIBLE} \text{ [Kg]}}{\text{Densidad}_{COMBUSTIBLE} \text{ [Kg/m}^3\text{]}} = \frac{561.920 \text{ [Kg]}}{900 \text{ [Kg/m}^3\text{]}} = 624,36 \text{ m}^3$$

$$\text{El 35\% de ese peso es: } P_{COMBUTIBLE} = 196,67 \text{ Tn}.$$

- **Agua dulce** → Partiendo de la norma UNE-EN ISO15748-2 del año 2.003 (Anexo A, tabla A.1) en la que se establece un consumo mínimo diario de 150 litros por tripulante/cama para pesqueros. Para la autonomía requerida y una tripulación de 32

Cuaderno 1: Elección de la cifra de mérito y definición de alternativas. Selección de la más favorable.

Autor: Miguel Ángel Castro Gómez

personas se necesitarán tanques para almacenar 144.000 litros de agua dulce, con lo que se necesitará un tanque de aproximadamente 145 m³. El peso de esta agua será de 144 Tn.

$$P_{\text{AGUA POTABLE}} = \text{Consumo diario}_{\text{TRIPULANTE}} \cdot N^{\circ}_{\text{TRIPULANTES}} \cdot \text{Autonomía} = 150 \cdot 32 \cdot 30 = 144.000 \text{ litros}$$

El 35% de ese peso es: $P_{\text{AGUA POTABLE}} = 50,4 \text{ Tn}$.

- **Aceite** → Dentro del peso del aceite habría que sumar el peso del aceite lubricante del motor principal, de los motores auxiliares, de la reductora, y el aceite hidráulico. A través del análisis de datos de buques similares se estima que el peso del aceite a bordo rondará las 40,8 Tn.

El peso final del aceite se tomará: 40,8 Tn.

- **Tanque estabilizador** → Debido a la imposibilidad a estas alturas de poder dimensionar el tanque estabilizador, el peso de este se determinará a partir del de otro buque de dimensiones similares, el Albatún tres. Dicho buque tiene un tanque estabilizador con una capacidad de 160 m³. Se asumirá, por tanto, la misma capacidad para el buque del proyecto, es decir 160 m³. El peso del mismo será por tanto de 160 Tn al 100% de llenado. Como hemos establecido que en la condición de carga el tanque estabilizador está al 80%:

$$P_{\text{T.ESTABILIZADOR}} = 0.8 \cdot 160 \rightarrow P_{\text{T.ESTABILIZADOR}} = 128 \text{ Tn}.$$

- **Alimentos** → Se toma un consumo de 5 Kg por tripulante y por día. Con los 32 tripulantes y los 30 días de autonomía, se calcula que el peso de los alimentos a bordo será aproximadamente de:

$$P_{\text{ALIMENTOS}} = 5 \cdot 32 \cdot 30 \rightarrow P_{\text{ALIMENTOS}} = 4.800 \text{ Kg} = 4,8 \text{ Tn}$$

El peso total de los consumos será por tanto:

$$P_{\text{CONSUMOS}} = P_{\text{COMBUTIBLE}} + P_{\text{AGUA POTABLE}} + P_{\text{ACEITE}} + P_{\text{T.ESTABILIZADOR}} + P_{\text{ALIMENTOS}}$$

$$P_{\text{CONSUMOS}} = 196,67 + 50,4 + 40,8 + 128 + 4,8 \rightarrow P_{\text{CONSUMOS}} = 420,67 \text{ Tn}$$

8.2.5 Resultado final del Peso muerto (PM):

El peso muerto estimado, será por tanto:

$$PM = CU + P_{\text{TRIPULACIÓN}} + P_{\text{PERTRECHOS}} + P_{\text{CONSUMOS}} \rightarrow PM = 2.065 + 5 + 101,3 + 420,67$$

$$PM = 2.591,97 \text{ Tn} \approx 2.600 \text{ Tn}$$

8.3 Desplazamiento (Δ):

El desplazamiento será la suma de los dos pesos calculados anteriormente:

$$\Delta = PR + PM = 2.350 + 2.600 \rightarrow \Delta = 4.950 \text{ Tn}.$$

El desplazamiento calculado con los datos estimados en el estudio de la cifra de mérito será:

$$\Delta = 1,025 \cdot C_b \cdot L_{pp} \cdot B \cdot T_m = 1,025 \cdot 0,592 \cdot 94,50 \cdot 15,60 \cdot 6,80 \rightarrow \Delta = 6.082,90 \text{ Tn.}$$

Observando ambos valores (dado que el calado es función del desplazamiento), se comprueba que el calado real (el determinado a partir de los pesos) será menor que el estimado a partir del estudio de las distintas alternativas. El valor determinado a partir de la cifra de mérito es de 6,80 metros, mientras que el calculado a través de los pesos:

$$T_m = \frac{\Delta}{1,025 \cdot C_b \cdot L_{pp} \cdot B} = \frac{4.950}{1,025 \cdot 0,592 \cdot 94,50 \cdot 15,60} = 5,53 \text{ metros}$$

Pese a que estos valores suponen una primera aproximación a los valores reales que en sucesivos cuadernos se desarrollaran, se podría concluir que la diferencia de calados concede al buque un cierto margen en el límite máximo de carga (lo que le permitirá navegar en condiciones de carga reales aún más desfavorables), o le proporciona un margen para la existencia de otros posibles pesos, (tanto en el peso en rosca como en el peso muerto) como podría ser el peso del combustible de motores auxiliares, que como se dijo anteriormente no se ha incluido.

9 CÁLCULO PRELIMINAR DEL FRANCOBORDO:

Se ha realizado un cálculo preliminar del francobordo siguiendo el protocolo del 88 al Convenio Internacional sobre Líneas de Carga. Dicha tarea se ha llevado a cabo a través de una hoja de Excel (se presenta una captura de pantalla de dicha hoja en el anexo 11.3 del presente cuaderno).

Los resultados obtenidos son los siguientes:

- Calado de verano: 7,006 metros
- Francobordo de verano: 0,503 metros
- Francobordo tropical: 0,358 metros
- Francobordo de invierno: 0,649
- Francobordo de invierno para el Atlántico Norte: 0,699 metros
- Francobordo de agua dulce: 0,490 metros

10 RESUMEN DIMENSIONES FINALES:

A continuación se presenta un resumen final de las dimensiones que tendrá el buque del proyecto:

$L_t = 109,00 \text{ m}$
 $L_{pp} = 94,50 \text{ m}$
 $B = 15,60 \text{ m}$
 $D_{princ} = 7,50 \text{ m}$
 $D_{sup} = 10,10 \text{ m}$
 $T_m = 6,80 \text{ m}$

$F_n = 0,287$
 $C_p = 0,613$
 $C_m = 0,966$
 $C_b = 0,592$
 $C_f = 0,768$
 $\Delta = 6.083 \text{ Tn}$

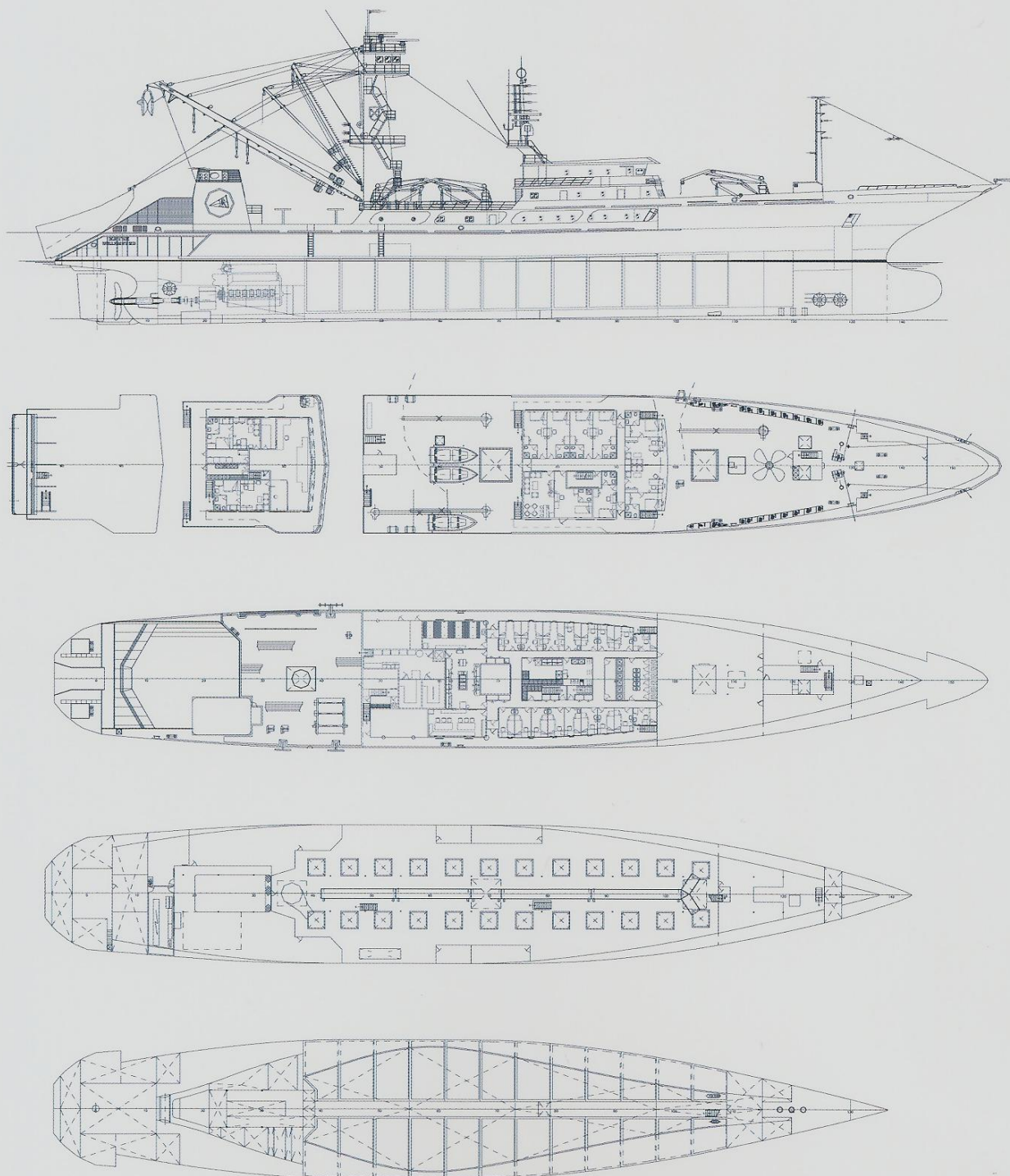
11 ANEXOS:

11.1 Anexo I: Disposición general preliminar.

Como disposición general preliminar se presenta la de uno de los buques que forman parte de la base de datos creada, el Artza, que es el más similar en dimensiones al atunero del proyecto. Este barco ha sido construido en el año 2.000 por el astillero vigués H.J. Barreras.

BARRERAS NB-1573

Artza



11.2 Anexo II: Referencias.

La base de datos se ha elaborado mayoritariamente con la información aportada por la página web www.grosstonage.com, pues era la que contenía información de una mayor cantidad de barcos. También se ha obtenido información de otras páginas web como la del astillero HJ Barreras (www.hjbarreras.es) o www.cintranaval-defcar.com. A mayores de dichas página web se ha extraído información de las revistas Significant Ships en sus distintas ediciones, y de una publicación realizada por el astillero vigués H.J. Barreras donde presenta información de algunos de los atuneros realizados por dicha empresa.

Para consulta de los reportajes se recoge, en la tabla 3 del apartado 4 del presente cuaderno, el número de las revistas en la que aparecen cada uno de los buques.

A continuación se adjuntan imágenes de las revistas y documentos físicos consultados para la creación de la base de datos.



ALBACORA UNO: leading a new generation of tuna seiners

Shipbuilder:.....H J Barreras SA, (AES),
Spain
Vessel's name:.....**Albacora Uno**
Owner/operator:.....Naviera Albacora SA,
Spain
Designer:.....H J Barreras SA/Cintraval,
Spain
Flag:.....Spain
Total number of sister
ships already completed:.....Nil
Total number of sister
ships still on order:.....3 (not identical)

THE four broadly similar vessels which comprise this new generation of purse-seiner tuna catchers are believed to be the largest of their type yet built. They are particularly noteworthy for their exceptionally high service speed of 19 knots, which not only enables them to outpace other seiners, some three knots slower, in the chase for tuna schools, but gives a margin for operations in the rough sea conditions often experienced in the principal fishing grounds of the Atlantic, Pacific and Indian Oceans. This high speed also allows a speedy return to port.

The sleek hull with highly raked stem encloses a two-decked vessel with long forecastle, out of which the lower tier of the three-tier deckhouse develops. Machinery is placed right aft with a low funnel on the starboard side providing engine exhausts. Dominating the profile is the powerful structure of the crow's nest mast. Topped by the observation platform, this also supports the power block boom and auxiliary booms for net handling, working over the port side and stern of the vessel. The aft end of the upper deck is formed into a ramp for launching a 12m skiff with Caterpillar 1200bhp/1300rev/min engine, used in 'American-style' net-laying manoeuvres.

Fishing operations are also carried out from the upper deck, the aft end of which provides net stowage, using deck machinery supplied by Técnicas Hidráulicas under licence from Marco. This includes a main winch with three reversible drums in cascade, brakes and hydraulic clutches. The power block is operated from the main boom, which is articulated at the base of the crow's nest mast, and there are 18 auxiliary winches for various functions. The hydraulic

power plant is driven by two Caterpillar 883kW/1300rev/min engines, operating 12 pumps by means of multipliers. A console on the castle deck, port side, controls this equipment, together with the Baliño 500hp bow and stern thrusters which facilitate turning when the vessel is hauling in the heavy purse seine net.

Twelve pairs of insulated cargo freezing and storage tanks, with a total capacity of 2800m³, are fitted between the machinery room and fore peak below the main deck, separated port and starboard by a centre-line trunk containing the cooling and brine circulation systems. The catch is offloaded from conveyor belts in the tweendecks into the tanks which contain a brine solution previously cooled to -18°C by means of ammonia, cooled by a Gresco Ibérica 140tonnes/day refrigeration plant and pumped through coils in each tank. When the tanks are full, the brine is removed and the fish stored dry at -20°C. Brine circulation is by means of 24 Azcue electric 280m³/h pumps.

A Wärtsilä 6L46A main engine is fitted, developing 6000bhp at 500rev/min and driving a fp propeller through a Renk-Tacke reduction gear. The fully automated installation is designed to ensure the quick engine response necessary for manoeuvrability whilst fishing. Five Caterpillar/Indar 440kW diesel-alternator sets make up the electrical power plant.

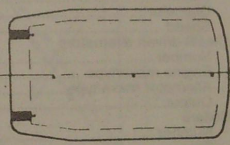
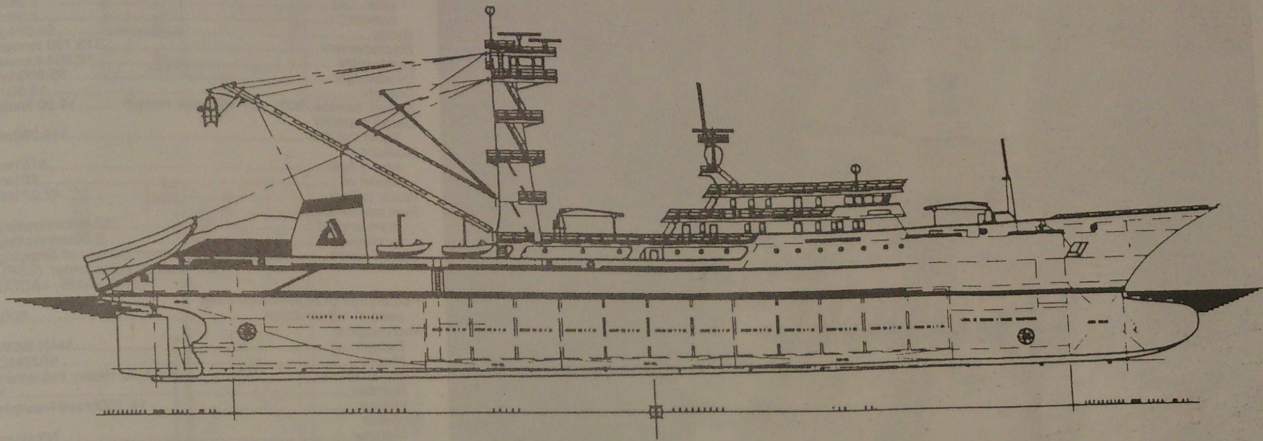
A full range of electronic equipment is fitted, including navigational and bird-detecting radars, scanning sonars for detecting and discriminating tuna schools and two GPS receivers.

(The third and fourth vessels in this series, building for the French owner Saupiquet, will be equipped to process their catch and will also have a Cegelec diesel-electric propulsion and power installation).

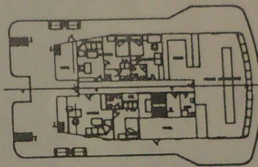
PRINCIPAL PARTICULARS

Length, oa	105.00m
Length, bp	91.00m
Breadth, moulded	16.20m
Depth, moulded	
to upper deck	9.70m
to main deck	7.30m
Gross	3730gt
Deadweight, design	2912dwt
Draught	
design	6.75m
scantling	6.90m
Speed, service	19 knots
Cargo capacity	
refrigerated	2800m ³

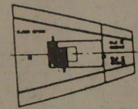
Bunkers	
diesel oil	700m ³
Classification	Bureau Veritas +1 3/3E Pesca de Alta Mar, +RMC, Congelacion
Percentage of high-tensile steel used in construction	Nil
Roll stabilisation equipment	Flume type
Main engine	
Design	Wärtsilä
Model	6L46A
Manufacturer	Wärtsilä
Number	1
Output	6000bhp/500rev/min
Gearbox	
Make	Renk-Tacke
Model	SWV 90
Number	1
Propeller	
Material	Copper-nickel-aluminium
Manufacturer	Navalips
Number	1
Pitch	Fixed
Diameter	4500mm
Diesel-driven alternators	
Number	5
Engine make	Caterpillar
Alternator make	Indar
Output	5 x 440KW
Fishing winches	
Number	1 x main winch
Make	18 x auxiliary winches
Type	Técnicas Hidráulicas-Marco
Type	Hydraulic
Cargo tanks	
Number	24
Complement	
Officers	6
Crew	22
Bow thruster	
Make	Baliño-KaMeWa
Number	1
Output	500bhp
Stern thruster	
Make	Baliño-KaMeWa
Number	1
Output	500bhp
Fire detection system	
Make	Thom
Fire extinguishing systems	
Engine room	-
Make	Macisa
Radars	
Number	5
Make	Furuno
Models	1 x FR-2120 ARPA
	2 x FAR-2855 ARPA with radio beacon detection
	2 x FR-2865W ARPA with bird detection
Satellite navigation systems	
Make	Furuno
Models	2 x GPS
Contract date	December 1994
Launch/floatout date	January 1996
Delivery date	July 1996



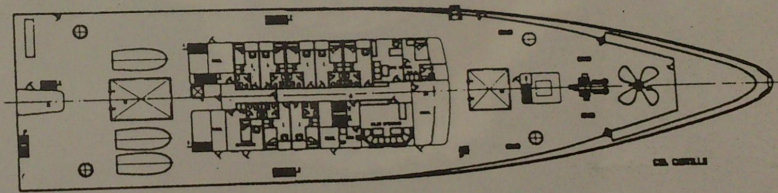
DECK PLAN



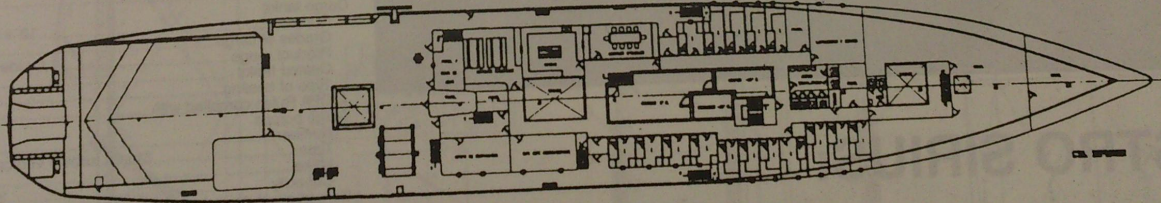
CON. TOWER



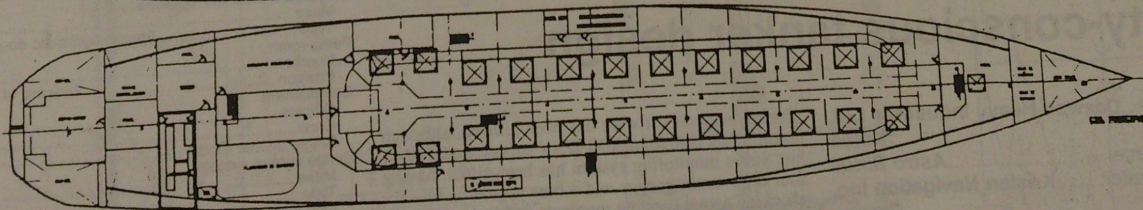
BOW PLAN



HULL PLAN



HULL PLAN



HULL PLAN

BARRERAS NB-1623

Albatun Dos



FREEZING TUNA PURSESEINER

Shipowner: ALBACORA

Name: "ALBATUN DOS"

Hull No: 1623

Built: 2004

CARGO CAPACITY

Capacity of freezing tanks: 3.250 m³ aprox.

Daily freezing capacity: 140 Tons.

TANKS CAPACITY

Gas-oil Capacity in tanks: 775 m³ aprox.

Lubricating oil Capacity: 45 m³ aprox.

Fresh water Capacity: 75 m³ aprox.

Ballast capacity: 138 m³ aprox.

Anti-rolling Tank capacity: 160 m³ aprox.

Hydraulic Oil Tank capacity: 12 m³ aprox.

MACHINERY

Main engine: 5.850 Kw (7.950 BHP) at 500 rpm.

Generating sets: 4 x 1.251 BHP at 1.000 rpm.

Bow thrusters: 1 x 1300 HP at 1.000 / 1.200 rpm electrically driven.

Emergency gensets: 307 BHP at 1.500 rpm.

MAIN PARTICULARS:

Length Overall: 115,00 m. aprox.

Length between perpendiculars: 100,60 m.

Moulded breadth: 16,60 m.

Depth to Main Deck: 7,50 m.

Depth to Upper Deck: 10,30 m.

Mean Moulded Draught: 6,80 m.

Summer draught: 6,96 m.

Deathweight at summer draught: 3630 T.

Gross. Tonnage: 4.406 G.T.

Trials speed: 18 knots aprox.

Crew: 31 people.

CLASSIFICATION

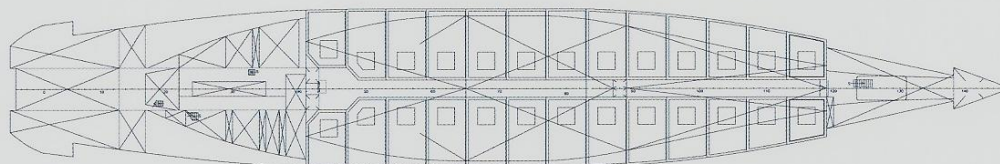
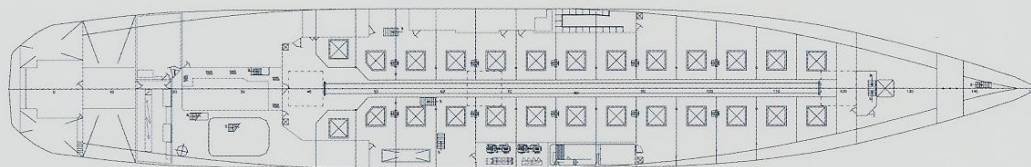
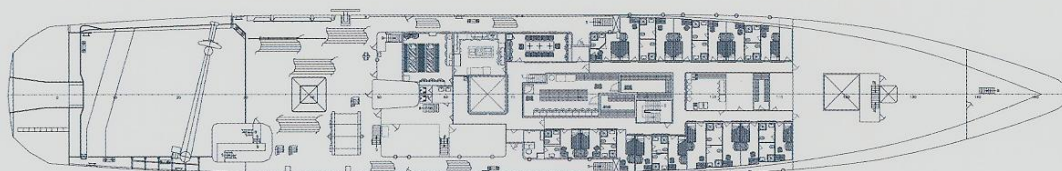
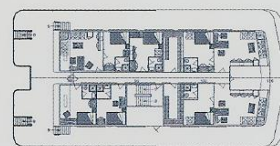
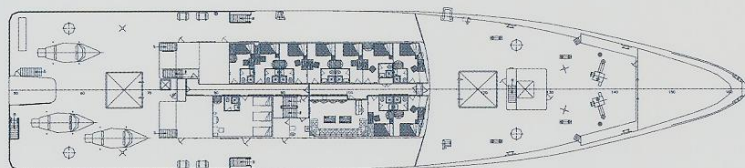
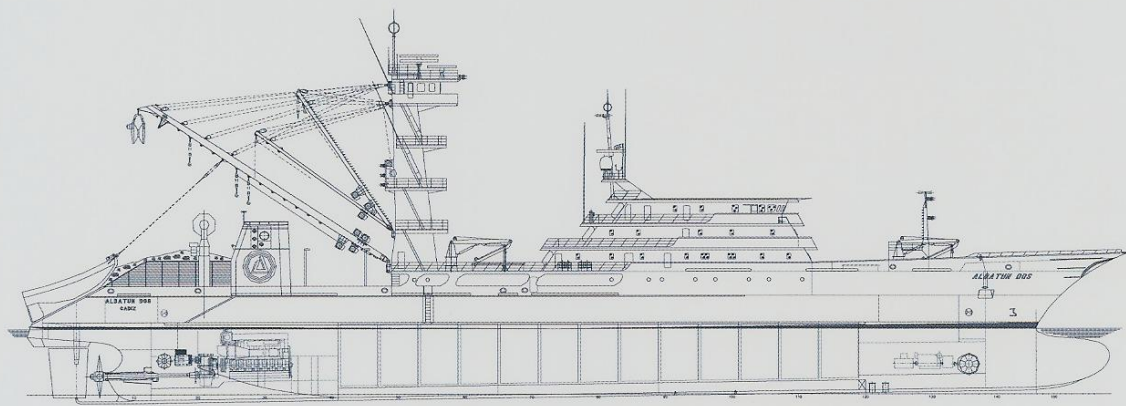
Bureau Veritas: 1✠ HULL ✠MACH, fishing vessel, unrestricted navigation, REF-CARGO-QUICK FREEZE.



VIGO - SPAIN

BARRERAS NB-1623

Albatun Dos



BARRERAS NB-1624

Albatun Tres



FREEZING TUNA SUPERSEINER

Shipowner: ALBACORA

Name: "ALBATUN TRES"

Hull No: 1624

Built: 2004

CARGO CAPACITY

Capacity of freezing tanks: 3.250 m³ aprox.

Daily freezing capacity: 140 Tons.

TANKS CAPACITY

Gas-oil Capacity in tanks: 775 m³ aprox.

Lubricating oil Capacity: 45 m³ aprox.

Fresh water Capacity: 75 m³ aprox.

Ballast capacity: 138 m³ aprox.

Anti-rolling Tank capacity: 160 m³ aprox.

Hydraulic Oil Tank capacity: 12 m³ aprox.

MACHINERY

Main engine: 5.850 Kw (7.950 BHP) at 500 rpm.

Generating sets: 4 x 1.251 BHP at 1.000 rpm.

Bow thrusters: 1 x 1300 HP at 1.000 / 1.200 rpm. electrically driven

Emergency gensets: 307 BHP at 1.500 rpm.

MAIN PARTICULARS:

Length Overall: 115,00 m. aprox.

Length between perpendiculars: 100,60 m.

Moulded breadth: 16,60 m.

Depth to Main Deck: 7,50 m.

Depth to Upper Deck: 10,30 m.

Mean Moulded Draught: 6,80 m.

Summer draught: 6.96 m.

Deadweight at summer draught: 3630T-

Trials speed: 18 knots aprox.

Crew: 31 people.

CLASSIFICATION

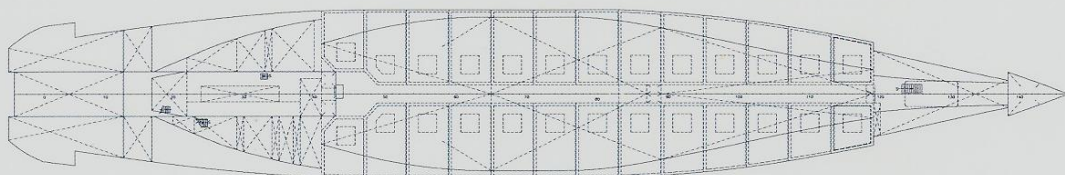
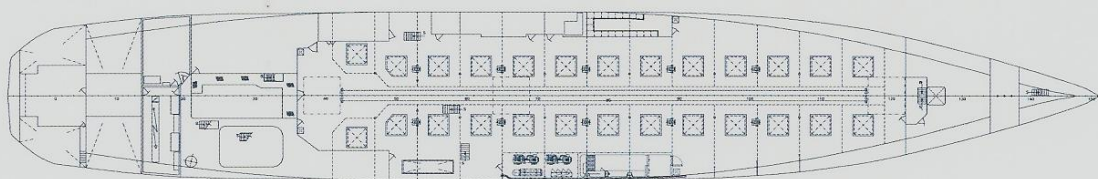
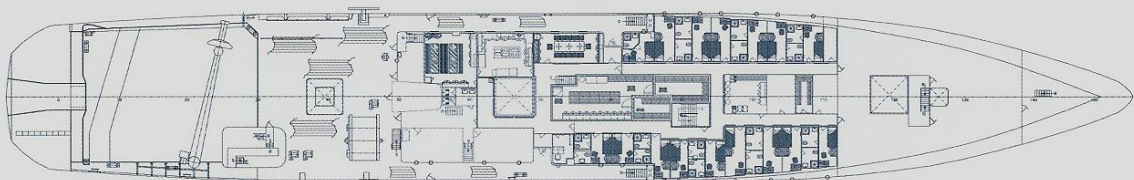
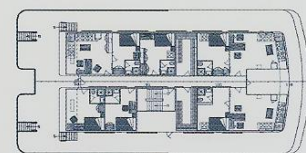
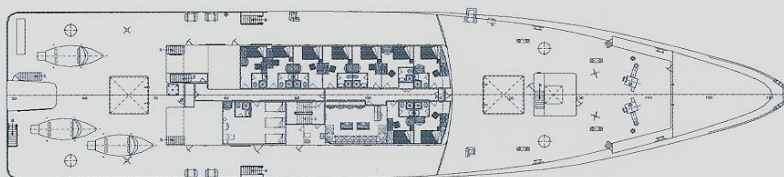
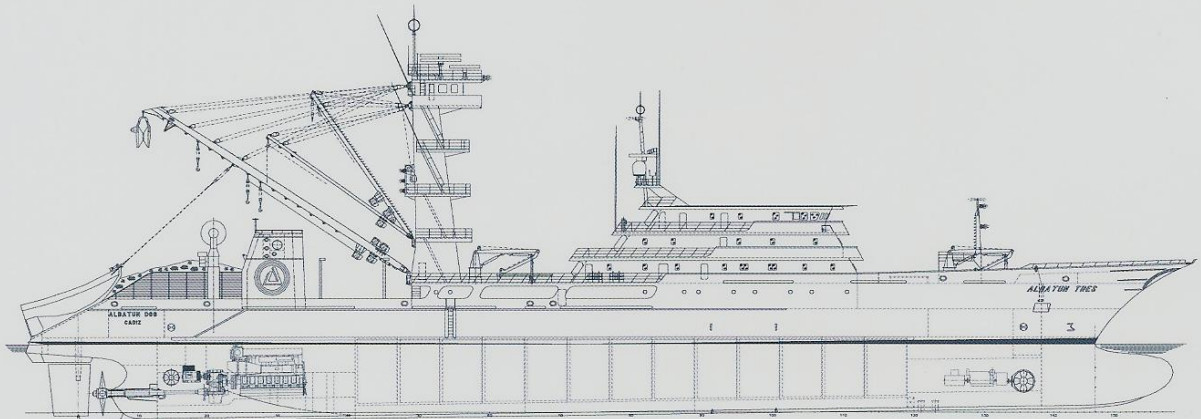
Bureau Veritas: 1 ⚙ HULL ⚙ MACH, FISHING VESSEL, UNRESTRICTED NAVIGATION, REF-CARGO-QUICK FREEZE



VIGO - SPAIN

BARRERAS NB-1624

Albatun Tres



BARRERAS NB-1573

Artza



FREEZING TUNA PURSESEINER

Shipowner: ATUNSA

Name: «ARTZA»

Hull No.: 1573

Built: 2000

CARGO CAPACITY

Freezing tanks capacity: 2.948,9 m³ aprox.

Daily freezing capacity: 150 Tons.

TANKS CAPACITY

Gas-oil capacity: 900 m³ aprox.

Lubricating oil capacity: 56,9 m³. aprox.

Fresh water capacity: 59,5 m³. aprox.

Ballast capacity: 119 m³ aprox.

MACHINERY

Main engine: 6.000 BHP at 500 rpm

Generating sets: 4 x 662 Kw. (900 BHP.) at 1.500 rpm

Bow thrusters: 2 x 500 BHP (368 kW)

Emergency genset: 215kW at 1500 rpm.

MAIN PARTICULARS

Length overall: 112,00 m. approx.

Length between perpendiculars: 94,00 m.

Moulded beam: 16,50 m.

Depth to main deck: 7,50 m.

Depth to upper deck: 10,30 m.

Mean moulded draught: 6,90m.

Summer draught: 7.00 m.

Deadweight: 3195 T.

Trials speed: 17,7 knots aprox.

Crew: 29 people

CLASSIFICATION

Bureau Veritas: I ✕ Hull ✕ Mach Fishing vessel

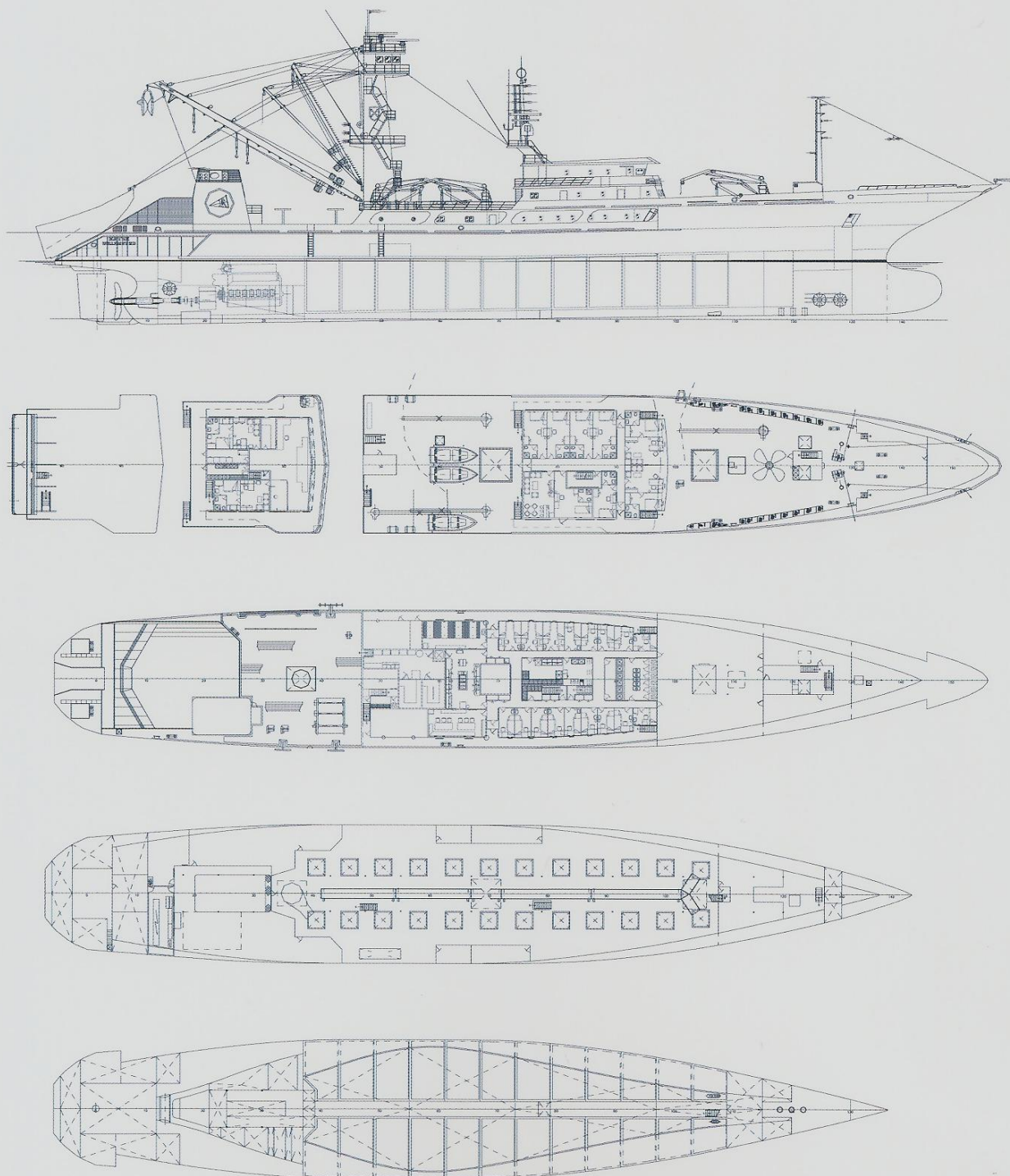
Unrestricted navigation ✕ REF- CARGO QUICK
FREEZE

Shipyards
BARRERAS

VIGO - SPAIN

BARRERAS NB-1573

Artza



BARRERAS NB-1574

Intertuna tres



FREEZING TUNA PURSE SEINER

Shipowner: ALBACORA

Name: «INTERTUNA TRES»

Hull No.: 1574

Built: 1992

CARGO CAPACITY

Freezing tanks capacity: 3.250 m³ approx.

Daily freezing capacity: 140 Tons.

TANKS CAPACITY

Gas-oil capacity: 775 m³ approx.

Lubricating oil capacity: 45 m³. approx.

Fresh water capacity: 75 m³. approx.

Ballast capacity: 138 m³ approx.

Stabilizing tank capacity: 160 m³ approx.

Hydraulic oil capacity: 12 m³ approx

MACHINERY

Main engine: 4412 kw (6.000 BHP) at 500 rpm

Generating sets: 4 x 975 Kw. (1.325 BHP) at 1.000 rpm

Bow thrusters: 1 trasversal, fixed pitch, mecanically driven by a diesel motor
975 kW at 1000/12000 rpm.

Generating sets: 215 kW (295 BHP) at 1500 rpm.

MAIN PARTICULARS

Length overall: 115,00 m. aprox.

Length betw. perpendiculars: 100,60 m.

Moulded beam: 16,60 m.

Depth to main deck: 7,50 m.

Depth to upper deck: 10,30 m.

Mean moulded draught: 6,80 m.

Summer draught: 6.96 m.

Deadweight: 3140 T.

Trials speed: 17 knots aprox.

Crew: 31 people

CLASSIFICATION

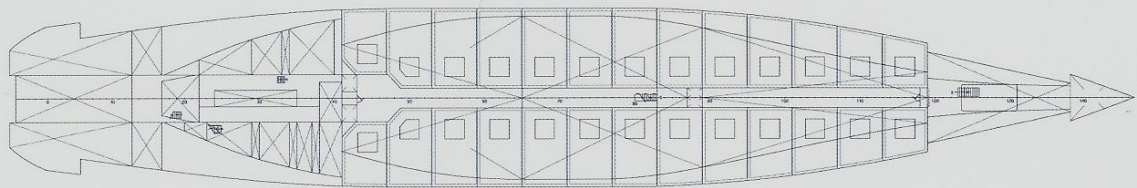
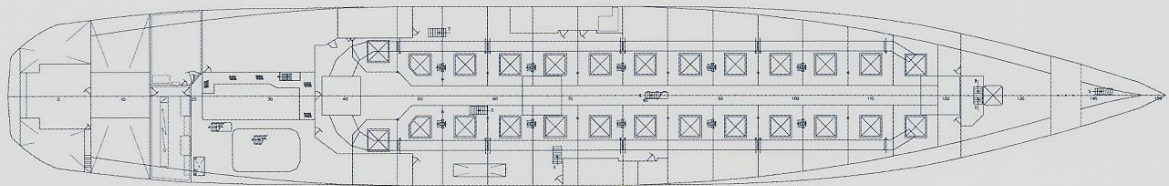
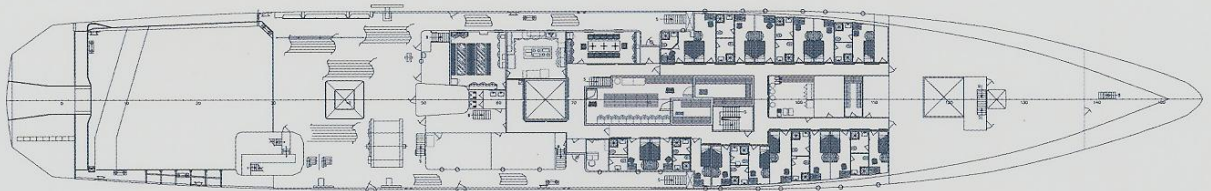
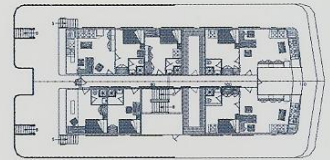
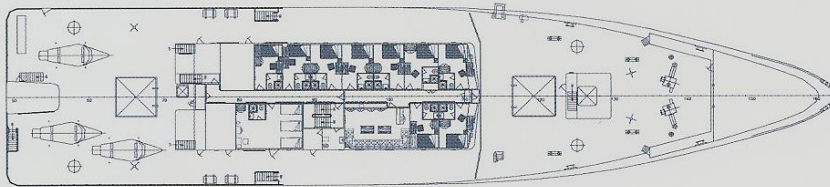
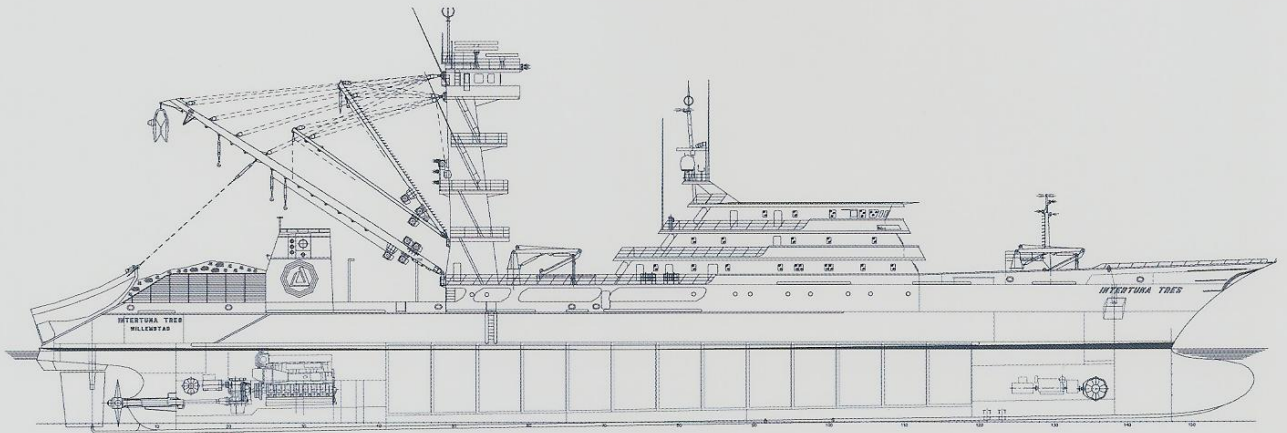
Bureau Veritas: ✕ I 3/3 E Fishing vessel Deep
Sea ✕ RMC Freezing



VIGO - SPAIN

BARRERAS NB-1574

Intertuna tres





INTERTUNA TRES: super tuna-seiner with CP propeller

Shipbuilder: ..Hijos de J Barreras SA, Spain
 Vessel's name:.....Intertuna Tres
 Hull number:1574
 Owner/operator:Albacora SA,
Spain/Intertuna NV, Netherlands Antilles
 Designer:.....Hijos de J Barreras SA, Spain
 Flag:Netherlands Antilles
 Total number of sister
 ships already completed:.....-
 Total number of sister
 ships still on order:.....-

THE Vigo shipyard of Astillero Barreras has now built more than 20 specialist tuna purse seiners, gathering together an expertise with this specialist craft which is evident in the design of *Intertuna Tres*, a near sister of a 1999-built vessel. Whilst some owners have opted for diesel-electric power systems for vessels of this type (the smaller *Via Libeccio*, presented in *Significant Ships of 1997*), Albacora has always favoured straight-diesel propulsion for its ships; however, a change has been made to a CP propeller on this occasion, experience deciding that this has advantages over a FP arrangement, particularly with regard to crash-stop capability.

A Propac propulsion package supplied by Wärtsilä Ibérica, comprising a Wärtsilä 6L46 main engine, reduction gear, and CP propeller has been installed, the engine being particularly noteworthy for meeting international requirements for NOx emissions. Wärtsilä has also provided a Wichmatic II electronic propulsion control system, which has been adapted to the specific fishing manoeuvres required for tuna fishing.

A PTO from the gearbox drives a 1000kW alternator, and there are also four 920kW diesel-driven sets available. One of these is coupled through a multiplier to drive six hydraulic pumps working the fishing equipment, with another, positioned forward, directly coupled from its prime mover to a bow thruster having a FP propeller. At the aft end, a stern thruster, fitted with a CP propeller, has a 368kW electric drive.

The two-decked hull has a raked stem, and a stern ramp used to stow and handle a skiff used for purse seining. The long forecastle is merged with the lower tier of the three-tier deckhouse, and the profile is dominated by the powerful mast which supports the crow's nest observation platform, the power-block boom, and the auxiliary booms used for net handling over the port side and stern.

The fishing machinery on deck has been supplied by Técnicas Hidráulicas under licence from specialist Marco. It includes a main winch with three drums in cascade, a power block for net hauling, a side roller,

stainless steel control console, two hydraulic power packs (one standby) and 14 winches for seining manoeuvres.

Thirteen pairs of insulated fish receiving and freezing tanks are fitted below the main deck, separated P&S by a centreline tunnel through which cooling and brine circulating systems run. The storage capacity, at 3250m³, is believed to be one of the largest ever on a ship of this type.

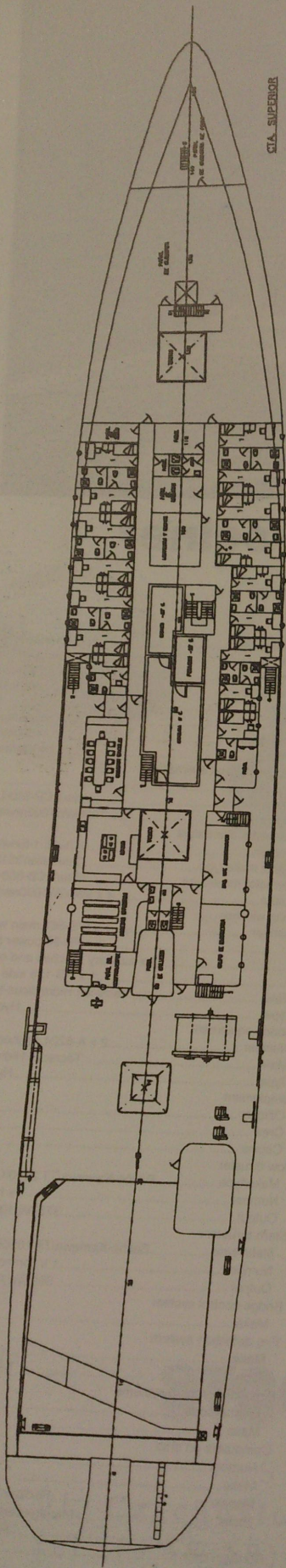
Fish is brought aboard the vessel and offloaded from conveyor belts into the tanks which contain brine at -18°C. When the tanks are full, the brine is removed and the fish stored dry at -20°C. Twenty-seven 280m³/h electric pumps circulate the brine, which is chilled by ammonia circulated at -25°C from a Gresco refrigerating plant, through coils in each tank.

PRINCIPAL PARTICULARS

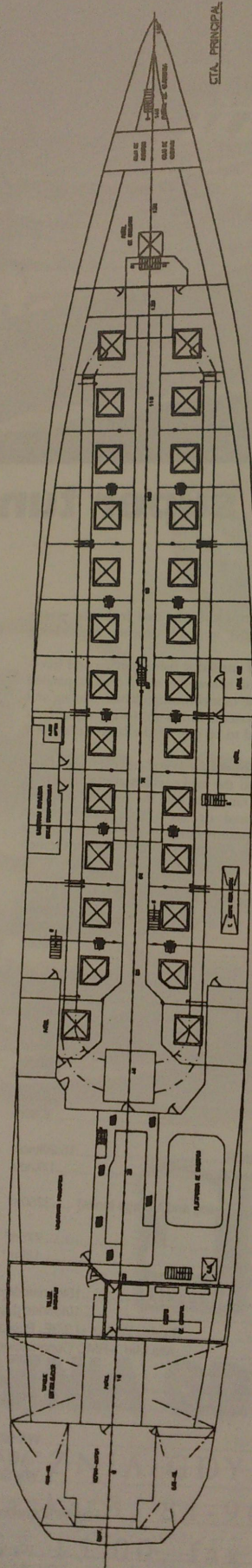
Length, oa	115.00m
Length, bp	100.60m
Breadth, moulded	16.60m
Depth, moulded	
to main deck	7.50m
to upper deck	10.30m
Gross	4480gt
Deadweight	
design	3190dwt
scantling	3300dwt
Draught	
design	6.75m
scantling	6.80m
Speed	
service at 85%MCR	16.20knots
service at 100%MCR	17knots
Fish capacity	
refrigerated (26 receiving and storage tanks)	3250m ³
Bunkers	
diesel oil	775m ³
Water ballast	138m ³
Fuel consumption	
main engine	16tonnes/day
auxiliaries	10tonnes/day
Classification	Bureau Veritas +1/3/E, Pesca
	Alta Mar, +RMC Congelacion
Percentage of high-tensile	
steel used in construction	Nil
Roll stabilisation equipment	Passive U-type tanks
Main engine	
Design	Wärtsilä
Model	6L46
Manufacturer	Wärtsilä
Number	1
Output	4500kW/500rev/min
Gearbox	
Make	Wärtsilä
Model	SCV-950-P58
Number	1

Output speed	140rev/min
Propeller	
Material	Nickel-aluminium-bronze
Manufacturer	Wärtsilä
Number	1
Pitch	Controllable
Diameter	4500mm
Speed	140rev/min
Main engine-driven alternator	
Number	1
Make/type	Indar/LCB-500-L/6
Output	1000kW/1000rev/min
Diesel-driven alternators	
Number	4 (3-aft: 1-forward)
Engine make/type	Caterpillar/3512-B
Alternator make/type	Indar/LCB-500-L/6
Output	4 x 920kW/1000rev/min
Fishing winches	
Number	1 x WS-567 main winch
	1 x PB-90 power block
	14 x auxiliary winches and others
	1 x RB-125 side roller
Make	Técnicas Hidráulicas-Marco
Type	Hydraulic
Mooring equipment	
Number	2 x A-6224 anchor winch
Make	Técnicas Hidráulicas
Type	Hydraulic
Complement	
Officers	6
Crew	25
Cabins	Single
Bow thruster	
Make/type	Baliño-Kamewa/TT-2000K/BMS-FP
Number	1 x fixed pitch
Output	975kW/1000rev/min
Stern thruster	
Make/type	Baliño-Kamewa/TT-1650K/BMS-CP
Number	1 x controllable pitch
Output	368kW/1000rev/min
Bridge control system	
Make	Furuno
Fire detection system	
Make	Thorn
Type	T-880 (Central)
Fire extinguishing systems	
Engine room	CO ₂
Make	Macisa
Computers on ship	
Number	5
Make	HP
Models	Pentium III-32M6 RAM
Tasks	Management, Loadmaster, Freezing system
Contract date	20 July 1999
Launch/float-out date	25 June 2000
Completion date	6 October 2000

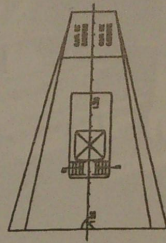
INTERTUNA TRES



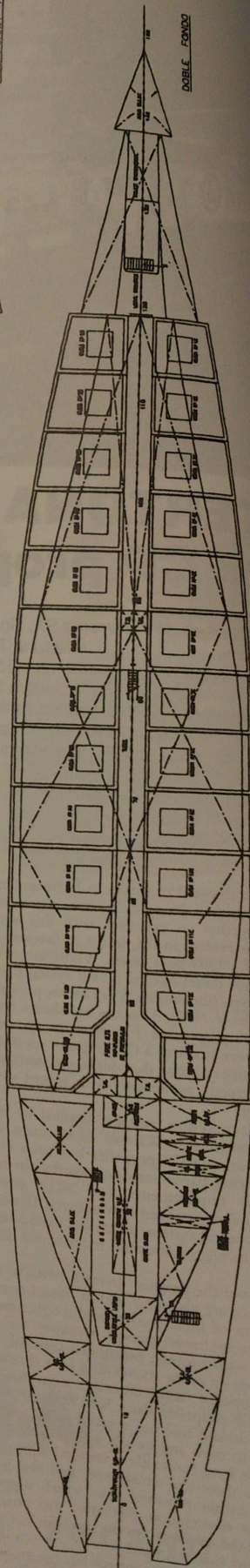
CTA SUPERIOR



STA. PRINCIPAL



PLATAFORMA PROA



DOUBLE FUND

Striv

Class
wa
es
a

ON

BARRERAS NB-1583

Montelucía



FREEZING TUNA PURSESEINER

Shipowner: CALVOPESCA

Name: "MONTELUCIA"

Hull No.: 1583

Built: 2001

CARGO CAPACITY

Freezing tanks capacity: 2.550 m³ approx.

Daily freezing capacity: 160 Tons.

TANKS CAPACITY

Freezing tanks capacity: 2.550 m³ approx.

Daily freezing capacity: 160 Tons.

Gas-oil capacity in tanks: 705 m³ approx.

Lubricating oil capacity: 35 m³ approx.

Fresh water capacity: 62 m³ approx.

Ballast capacity: 192 m³ approx.

Anti-rolling tank capacity: 95 m³ approx.

Hydraulic Oil capacity: 14 m³ approx.

MACHINERY

Main engine: 4.920 Kw (6.690 BHP) at 750 rpm.

Generating sets: 4 x 1.007 Kw. (1.368 C.V.) at 1.500 rpm

Bow thruster: variable pitch, mechanically driven by a diesel engine of 1.007 Kw. at 1.500 rpm

Emergency genset: 215 Kw (295 BHP) at 1.500 rpm

MAIN PARTICULARS

Length overall: 91,90 m. aprox.

Length between perpendiculars: 79,22 m.

Moulded breadth: 15,20 m.

Depth to main deck: 7,10 m.

Depth to Upper deck: 9,80 m.

Mean moulded draught: 6,50 m.

Summer draught: 6,67 m.

Deadweight at summer draught: 2665 T.

Trials speed: 18 knots aprox.

Crew: 29 personas

CLASSIFICATION

Bureau Veritas: ✕ I 3/3 E "Deep Sea Fishing"

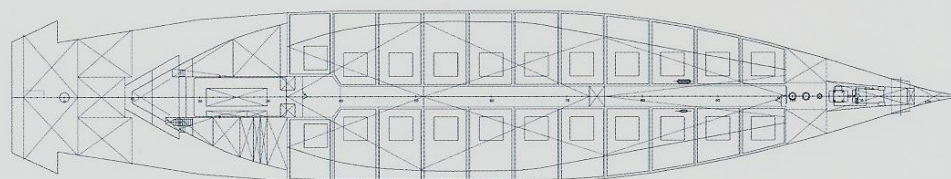
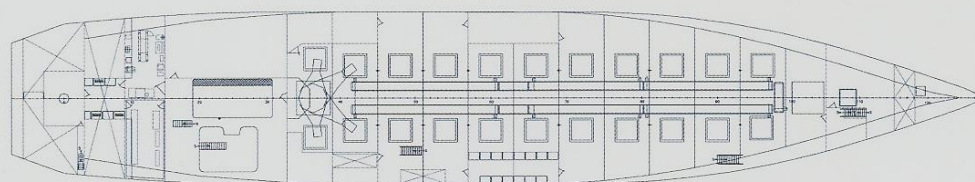
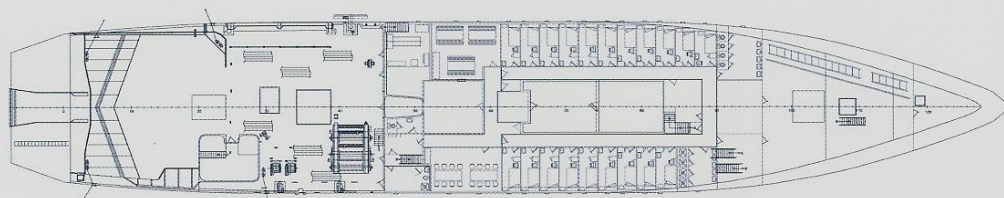
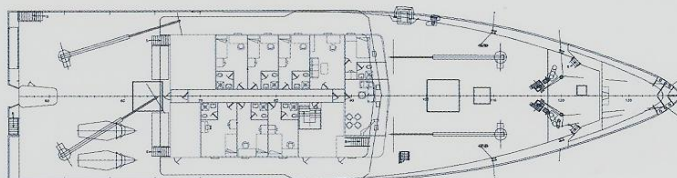
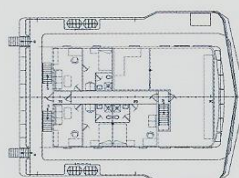
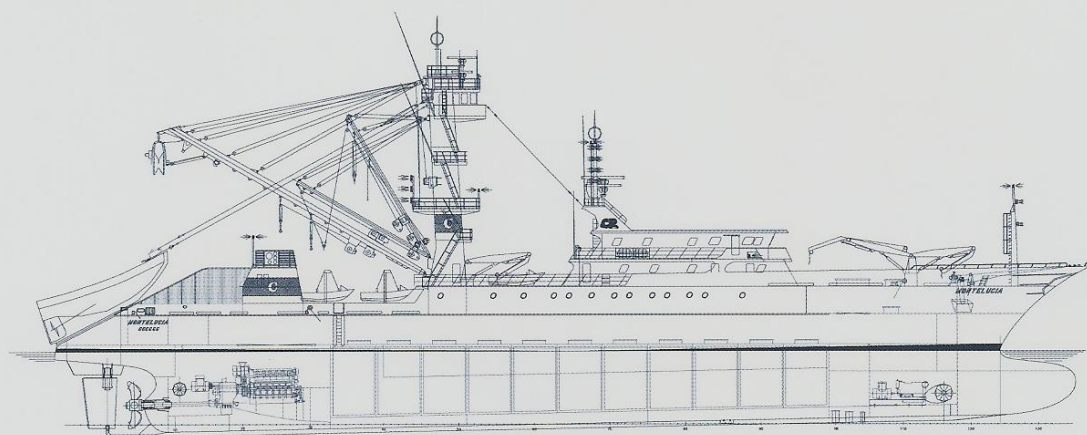
✕ RMC Freezing

 **Shipyards**
BARRERAS

VIGO - SPAIN

BARRERAS NB-1583

Montelucía



Shipyard
BARRERAS

VIGO - SPAIN

BARRERAS NB-1564

Panama Tuna



FREEZING TUNA PURSE SEINER

Shipowner: ALBACORA

Name: «PANAMA TUNA»

Hull No.: 1564

Built: 1999

CLASSIFICATION

Bureau Veritas: ⚓ I 3/3 E «Fishing vessel deep sea» ⚓ RMC Freezing

TANKS CAPACITY

Gas-oil capacity: 775 m³ aprox.

Lubricating oil capacity: 45 m³ aprox.

Fresh water capacity: 75 m³ aprox.

Ballast capacity: 138 m³ aprox.

Stabilizing tank capacity: 160 m³ aprox.

Hydraulic oil capacity: 12 m³ aprox.

MACHINERY

Main engine: 6.000 BHP at 500 rpm

Generating sets: 4 x 975 Kw. (1.325 BHP) at 1.000 rpm

Bow Thruster: fixed pitch, mechanically driven by a diesel engine, 975 kW at 1000/1200 rpm

Emergency genset: 215 Kw (295 BHP) at 1.500 rpm

MAIN PARTICULARS

Length overall: 116,00 mts. aprox.

Length betw. perpendiculars: 100,60 m.

Moulded beam: 16,60 m.

Depth to main deck: 7,50 m.

Depth to upper deck: 10,30 m.

Mean moulded draught: 6,80 m.

Summer draught: 6.95 m.

Deadweight at summer draught: 3640 T.

Trials speed: 17 knots aprox.

Crew: 31 people

CARGO CAPACITY

Freezing tanks capacity: 3.250 m³ aprox.

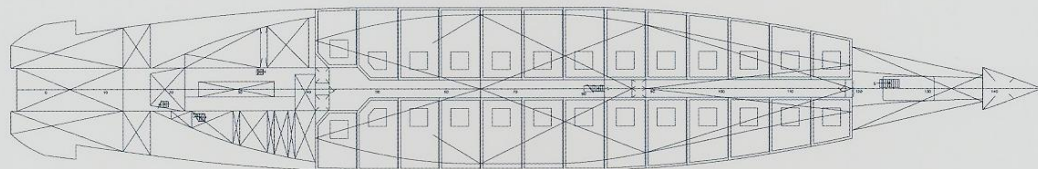
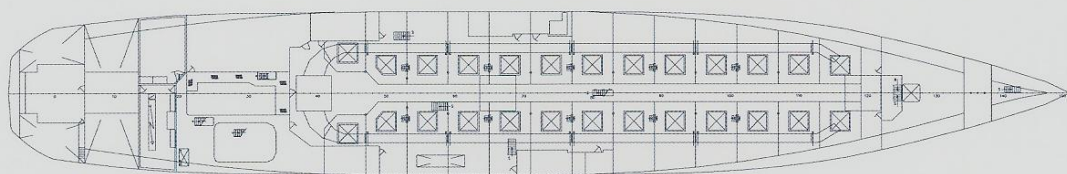
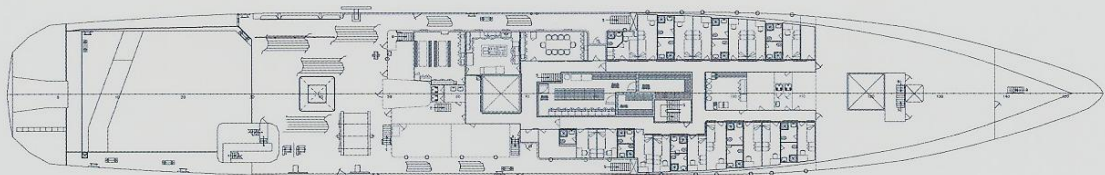
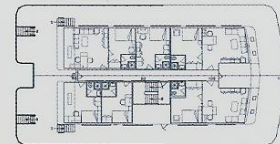
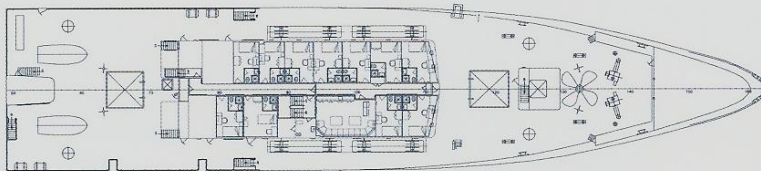
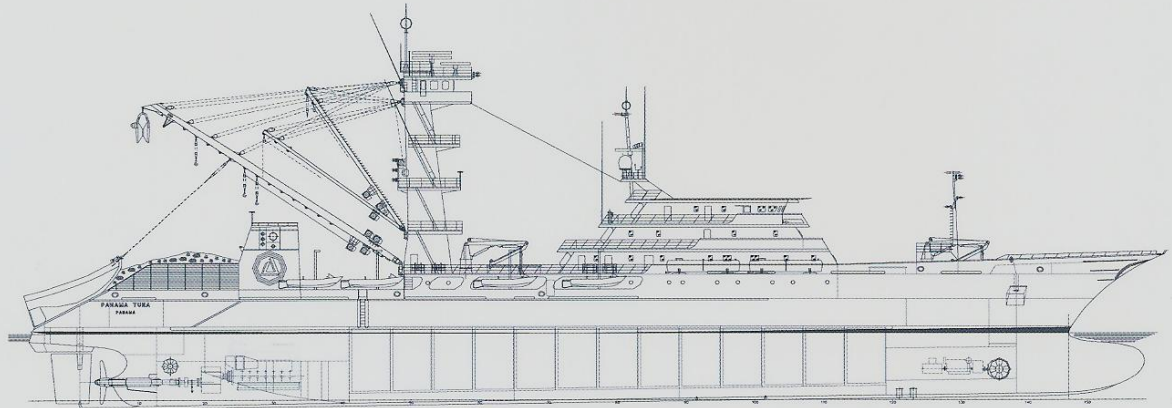
Daily freezing capacity: 140 Tons.



VIGO - SPAIN

BARRERAS NB-1564

Panama Tuna





VIA LIBECCIO: diesel-electric superseiner

Shipbuilder: **H J Barreras SA (AESa group), Spain**

Vessel's name: **Via Libeccio**

Owner/operator: **Saupiquet Group, France**

Designer: **H J Barreras SA, (AESa)/Cintranaval, Spain**

Flag: **France**

Total number of sister ships already completed: **Nil**

Total number of sister ships still on order: **1**

THIS vessel, third in a new series of purse-seiner tuna catchers built at Vigo by Barreras, fails by only a few centimetres to achieve the accolade of 'largest superseiner in the world'. Whilst broadly following the arrangement of the earlier Spanish-owned vessels in this class (*Albacora Uno*, *Significant Ships 1996*), *Via Libeccio* does display important differences, notably in the selection of a diesel-electric system for propulsion and power supply, and for the inclusion of fish-processing equipment.

The diesel-electric installation is based upon six 1280kW/1500rev/min Alsthom-Cegelec alternators powered by Caterpillar diesel engines. These supply electric current, through two transformers and two synchroconverters, to the Leroy Somer 6200kW/1200rev/min double-winding synchronous propulsion motor which drives a fp propeller through a Messian Durand gearbox and Geislinger resilient coupling. A smaller 630kW alternator serves to supply power in harbour. The choice of a diesel-electric power supply was made in order to satisfy not only the exceptional propulsion requirements of this type of vessel, but also to handle the heavy loadings of the processing and refrigeration plants.

Via Libeccio will operate in the Atlantic, Pacific and Indian oceans, and is laid out with two decks, machinery aft and a low funnel offset to starboard. The crow's nest mast dominates the profile and is topped by the observation platform. This structure also serves to support the power block boom and auxiliary booms for net handling.

The aft end of the upper deck forms a ramp to stow and handle the 11.5m skiff, fitted with an 820bhp engine, used in 'American' style net-laying manoeuvres.

Equipment and accessories for fishing operations, which are carried out from the upper deck, have been supplied by Técnicas Hidráulicas under licence from Marco, and include a main winch with three reversible drums in cascade format, brakes and clutches, 16 auxiliary winches and a side roller, all driven from a central hydraulic power pack and controlled from a central console, which also controls the 500bhp bow and stern thrusters, which facilitate turning when hauling-in the heavy purse seine net.

Ten pairs of cargo freezing and storage tanks with a total capacity of 1725m³, mounted on specially designed wood and cryogenic resin insulating supports, are fitted below the main deck. The catch is offloaded into these tanks, while those fish selected for marketing are whole-frozen to -18°C, then stored dry at -20°C. The remainder goes by conveyor belts to the processing plant which is equipped with skinning and cutting machinery, and freezing equipment, prior to storage in the 1200m³ fish hold.

The brine used in the refrigeration process is cooled by circulating calcium chloride (pre-cooled in a five-compressor refrigerating plant supplied by Tugal) through chillers. The plant has a freezing capacity of 150tonnes of tuna daily.

Accommodation is provided for 44 crew, including processing personnel, on the bridge and boat decks (both constructed of aluminium), and upper decks. The wheelhouse features a full range of electronic equipment, notably navigational and bird-detecting radars, and scanning sonars for detecting and discriminating tuna schools.

PRINCIPAL PARTICULARS

Length, oa	107.50m
Length, bp	94.50m
Breadth moulded	16.60m
Depth, moulded	
to upper deck	10.10m/10.80m
to main deck	7.50m
Gross	3886gt

Deadweight	3150dwt
Draught	
design	6.80m
scantling	7.30m
Speed, service at 85%	19 knots
Cargo capacity	2925m ³
Bunker capacity	
diesel oil	1100m ³
Classification	Bureau Veritas + I 3/3E Deep Sea Fishing Vessel, LB 10

Diesel-electric system

Main engines	
Design	Caterpillar
Model	3516DTA
Manufacturer	Caterpillar
Number	6
Output	6 x 1280kW/1200rev/min
Alternators	
Make	Alsthom-Cegelec
Number	6
Output	6 x 1200kW
Propulsion motor	
Make	Leroy Somer
Number/output	1 x 6200kW/1200rev/min

Gearbox

Make	Messian Durand
Model	
Number	1
Output speed	Fixed

Propeller

Material	Copper-nickel-aluminium
Manufacturer	Lips
Number	1
Pitch	Fixed
Diameter	4200mm
Speed	

Mooring equipment/net winches

Make	Técnicas Hidráulicas (Marco licence)
	44

Complement

Bow thruster	
Make	Kamewa
Number	1
Output	368kW

Stern thruster

Make	Kamewa
Number	1
Output	368kW

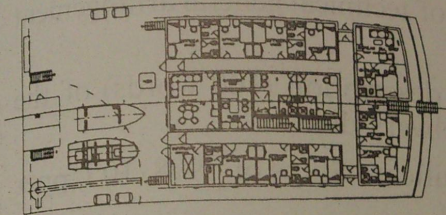
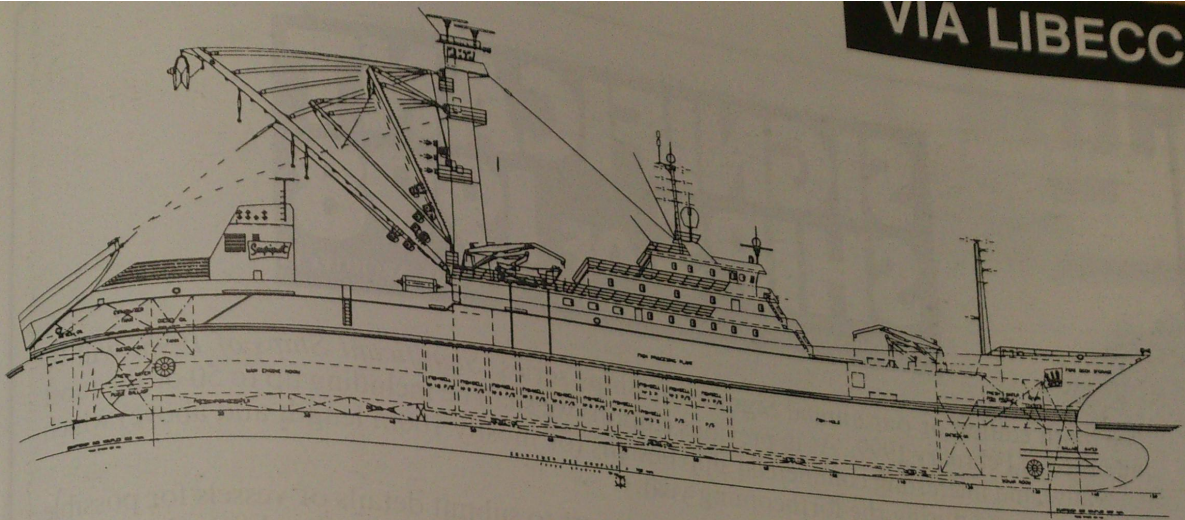
Bridge control system

Make	Furuno
Radars	
Number	2

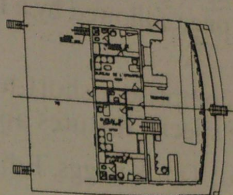
Make	Furuno
Models	1 x FAR 2855; 1 x 2865 SW

Satellite navigation system

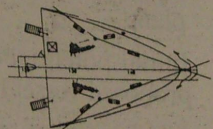
Make	Furuno
Contract date	31 March 1995
Launch/floatout date	29 July 1996
Delivery date	18 December 1996



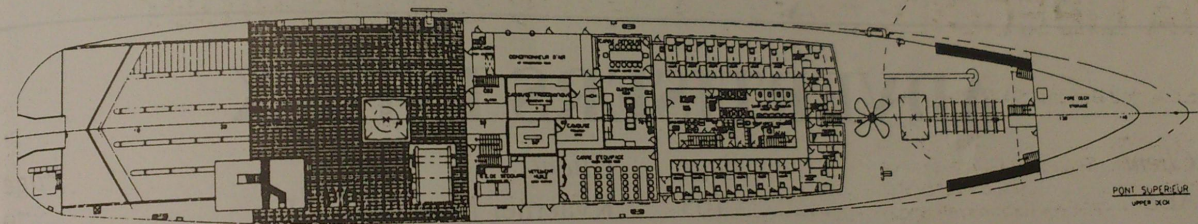
PONT D'EMBARCATIONS
ACCOMMODATION DECK



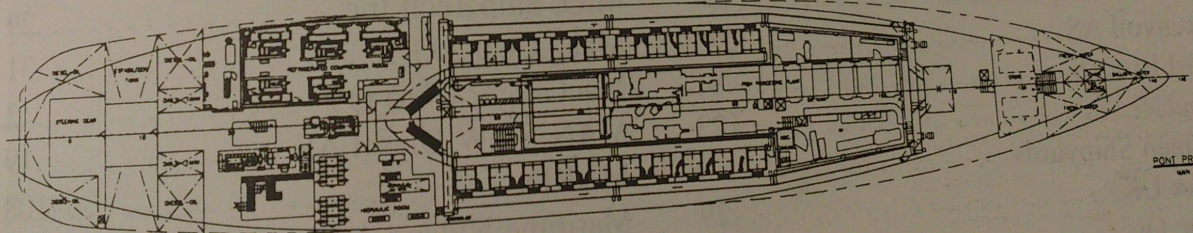
PONT TIMONIERE
BRIDGE DECK



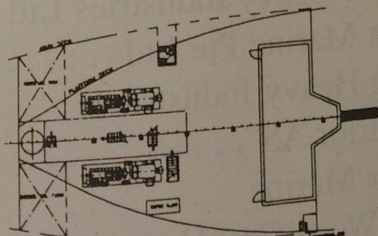
PONT DE CABLES
CABLE DECK



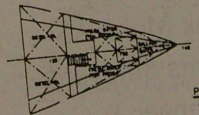
PONT SUPERIEUR
UPPER DECK



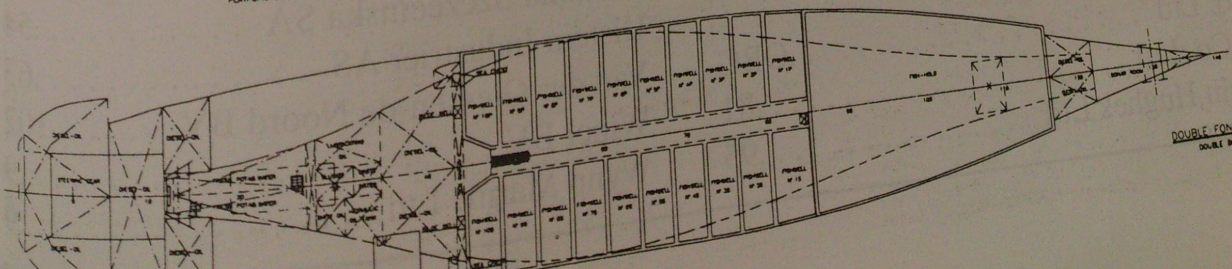
PONT PRINCIPAL
MAIN DECK



PLATEFORME COMPARTIMEN NOTEUR
PLATFORM DECK A 1250 B.L.



PLATEFORME
PLATFORM DECK



DOUBLE FOND MACHINES
DOUBLE BOTTOM

11.3 Anexo III: Cálculo del francobordo.

Como se ha dicho anteriormente, el cálculo preliminar del francobordo se ha realizado siguiendo el Convenio sobre Líneas de Carga en una hoja de Excel. A continuación se presentan capturas de pantalla de dicho cálculo:

INTERNATIONAL CONVENTION ON LOAD LINES 1966/1988			
Moulded Breadth (B)	15,6	m	
Least Moulded Depth	7,5	m	
85% Least Moulded Depth	6,375	m	
Freeboard deck thickness at side	9	mm	
Freeboard Depth (D)	7,509	m	
Lenght of the waterline at 6,375 m of depth	97,05	m	
Lenght betw. Perp. at 6,375 m of depth	93,86	m	
Freeboard Lenght (L)	93,86	m	
Volume without appendages at 6,375 m of depth	5550	m^3	
Block coefficient	0,5946		
Recess in freeboard deck, side to side, of <i>Upper line of the exposed deck is the freeboard deck</i>	0	m < 1m	
R-27 Types of ships		Applicable	
Type of ship (A,B,Br,B60)	B		
R-28 Tabular Freeboard		Applicable	
Table			
L	freeboard	L	freeboard
93	1135	93,86	1152
94	1154		
		R-28	1152

Cuaderno 1: Elección de la cifra de mérito y definición de alternativas. Selección de la más favorable.

Autor: Miguel Ángel Castro Gómez

R-29 Correction for ships under 100 m in length				<i>Not Applicable</i>
Effective length of superstructure (E)	93,860	m		
Length of trunks	0	m		
Effective length of superstructure (E1)	93,860	m		
				R-29
R-30 Correction for block coefficient				<i>Not Applicable</i>
R-28	1152			
R-29		Factor	1	
freeboard	1152			
				R-30
R-31 Correction for depth				<i>Applicable</i>
Enclosed superstructure length	93,86	m	>0.6*L	
Height of superstructure	2,6	m		
Standard Height	1,989	m		
R	195,5417	Standard Height correction	1	
Correction	245			
				R-31 245
R-32 Correction for position of deck line				<i>Not Applicable</i>
				R-32

R-32.1 Correction for recess in freeboard deck (not side to side)		Not Applicable			
Volume of the recess	m^3				
Waterplane area at 6,375 m draft	m^2				
		R-32.1			
R-33 Standard height of superstructure (in m)		Applicable			
	Raised quarterdeck	All Other superstructures			
	1,426	1,989			
R-34/35 Effective length of superstructure (in m)		Applicable			
Superstructure center	Length (S)	Sup. br. (b)	Ship br. (Bs)	Height	Effective Length (E)
	93,860	15,600	15,600	2,600	93,860

Autor: Miguel Ángel Castro Gómez

65

Cuaderno 1: Elección de la cifra de mérito y definición de alternativas. Selección de la más favorable.**Autor:** Miguel Ángel Castro Gómez

Sheer credit for poop or forecastle				
	Real	Standard	Difference	s
Forecastle	0	1989	-1989	0
Poop	0	1989	-1989	0
After Sheer variation			-140	
Forward Sheer variation			12	
Sheer variation			-64	
Total lenght of enclosed superstructures (S1)		93,860 m		
Extension in midships of superstructures (over L)		1 *L		
Factor	0,25	Correction	16 mm	
Freeboard correction	16 mm			
			R-38	16
R-39.1 Minimum bow height				Applicable
Waterplane area forward of L/2 at draught d1 (Awf)		281,13 m2		
L	93,86	d1	6,375	
B	15,6	Cb	0,5946	
		Cwf	0,384	
Minimun bow height (Fb)		6900 mm		
Sheer is take in account				
Bow depth corrected for R39		14,8 m		
Minimum bow heigth freeboard		-391 mm		
Salt water freeboard		503 mm		
			R-39.1	0
R-39.2 Reserve of bouyancy				Applicable
F0	1152	mm		
f1	1			
f2	245	mm		
fmin	1397	mm		
Minimun projected area		35,17 m2		
Actual projected area		117,09 m2		
Freeboard correction		0 mm		
			R-39.2	0

Cuaderno 1: Elección de la cifra de mérito y definición de alternativas. Selección de la más favorable.

Autor: Miguel Ángel Castro Gómez

R-40 Minimum freeboards				Applicable	
Minimun freeboard without R-32			50 mm		
R-28	1152 mm	Freeboard in Salt Water		503 mm	
R-29	mm				
R-30	mm	Minimun Summer Freeboard		503 mm	
R-31	245 mm	Maximun Summer Draught		7006 mm	
R-32.1	mm				
R-37	-910 mm	Maximun Scantling Draught		7006 mm	
R-38	16 mm	Maximun Stability Draught		7006 mm	
Sum	503 mm				
R-39.1	0 mm	Summer Freeboard		503 mm	
R-39.2	0 mm	Summer Draught		7006 mm	
Sum	503 mm	Tropical Freeboard		358 mm	
		Winter Freeboard		649 mm	
R-32	0 mm	Vinter N. Atlantic Freeboard		699 mm	
		Fresh Water		490 mm	
Displacement at 7,006 m	6586,17 ton				
TPCM at 7,006 m	12,2 ton/cm				
			489,50375		